PHILIPS

CURSUS BEDRIJFSELEKTRONICA

Elektronische componenten

Leerlingboek BS 10

Philips Nederland B.V. - Afd. Onderwijsactiviteiten

Tweede, herziene druk 1976
Zesde druk 1980

161220•10

PHILIPS

CURSUS BEDRIJFSELEKTRONICA

Elektronische componenten

Leerlingboek BS 10

Philips Nederland B.V. - Afd. Onderwijsactiviteiten

OVER DEZE SCANS
Als basis voor deze scans hebben wij gebruik gemaakt van de door 'Freeservicemanuals' in 2018 gemaakte scans. Wij hebben de pagina's van deze scans echter zorgvuldig naar de originele staat gerestaureerd, onder andere door alle persoonlijke notities en de antwoorden op alle oefeningen en vragen te verwijderen.

Tweede, herziene druk 1976
Zesde druk 1980

161220·10

INHOUDSOPGAVE

b

B 401

H E R H A L I N G 1

P A S S I E V E C O M P O N E N T E N E N V E R B I N D I N G E N

INLEIDING

We zijn aan het eind gekomen van het B-deel van de cursus. Dit stuk van de cursus omvatte de componenten, zowel de passieve als de actieve. In een aantal lessen gaan we nu herhalen.
We zetten de voornaamste dingen nog eens op een rijtje.
Deze theorie wisselen we af met opgaven en opdrachten zoals U die ook op de eindtest kunt verwachten.

- Neem deze lessen met grote aandacht door.
  Loopt U tegen zaken aan die U niet begrijpt, vraag dan Uw leraar om nadere uitleg.

- Probeer de opgaven zelfstandig te maken.
  Lukt dit niet, ga dan na hoe dit komt. Het kan aan een rekenfout liggen, maar het kan ook voortkomen uit gebrek aan theoriekennis.

In deze eerste herhalingsles komen de passieve componenten aan de orde: de "weerstanden", de "condensators", "spoelen" en "transformators". Bovendien wordt enige aandacht geschonken aan "verbindingen".

OVERZICHT PASSIEVE COMPONENTEN EN BELANGRIJKSTE GEGEVENS

WEERSTANDEN

- gewone : vaste, regelbare - bijzondere: LDR, VDR PTC, NTC	waarde in Ω, toelaatbaar vermogen in W, tolerantie.

CONDENSATORS

- vaste: bi-, monopolair (elco) - regelbare	waarde in F, toelaatbare spanning in V, tolerantie.

SPOELEN

- laagfrequent - hoogfrequent	waarde in H, frequentie gebied toelaatbare stroom in A, serieweerstand in Ω.

TRANSFORMATORS

- met gescheiden wikkelingen: LF, HF - autotransformator	wikkelverhouding, frequentiegebied, toelaatbare primaire spanning in V, toelaatbare primaire en secundaire stroom in A, koppelfactor k.

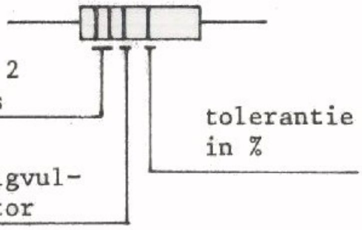
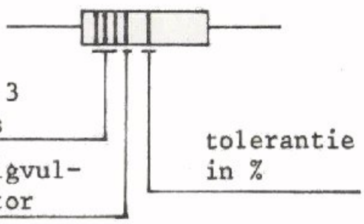
GEHEUGENSTEUNEN

Gebruik bij het beantwoorden van de "test zelf" vragen de geheugensteunen op de nu volgende bladen 3 t/m 13.
Bestudeer de geheugensteunen, zodat u weet welke gegevens erin opgenomen zijn.

GEHEUGENSTEUN

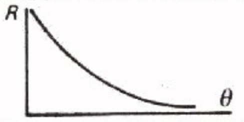
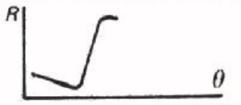
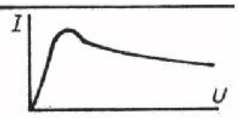
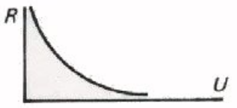
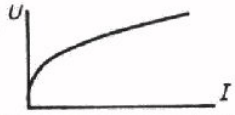
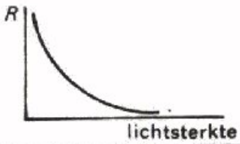
Bij de test worden deze geheugensteunen uitgereikt. We raden u aan er vooraf mee te leren werken.

CODERING VAN DIVERSE WEERSTANDEN

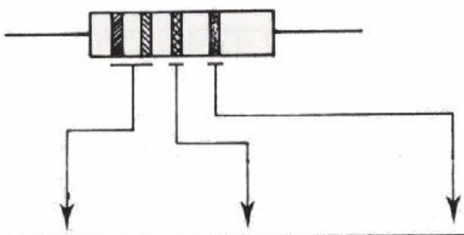
Kleur-code-ring	met 4 ringen		Koolweerstanden E12-reeks ± 10% E24-reeks ± 5,2% en 1%
			Metaalfilmweerstanden E24-reeks ± 2%
	met 5 ringen		Metaalfilmweerstanden E96-reeks ± 1%
	waarde in cijfers	b.v. 8,3 Ω ± 2% 5,6 kΩ ± 1% 1,2 MΩ ± 2%	Koolweerstanden
		8E2 ± 5% 5K6 ± 1% 1M2 ± 2%	Draadgewonden-weerstanden
cijfer-code-ring	waarde in cijfer-code	4 cijfers gevolgd door letter **2212F** eerste 3 cijfers aantal nullen tolerantie Bijv.: 2212F = 22,1 k ± 1% B = ± 0,1%; C = ± 0,25% D = ± 0,5%; F = ± 1%	Metaalfilmweerstanden E96-reeks ± 1% E192-reeks ± 0,1% ± 0,25% ± 0,5% ± 1%
		3 cijfers (waarbij R, K of M de komma aangeeft) gevolgd door een letter. Bijv.: 22K1 B - 22,1 kΩ ± 0,1% 22R1 F - 22,1 Ω ± 1%	Metaalfilmweerstanden E96-reeks ± 1% E192-reeks ± 0,1% ± 0,25% ± 0,5% ± 1%

GEHEUGENSTEUN

OVERZICHT BIJZONDERE WEERSTANDEN

NTC-weerstand	grote negatieve temperatuur-coëfficiënt		thermometer	
PTC-weerstand	grote positieve temperatuur-coëfficiënt		stroombe-grenzer	
VDR	weerstand is spannings-afhankelijk		spannings-begrenzer	
LDR	weerstand afhankelijk van hoeveelheid licht		licht-indicator	

KLEURCODERING



kleur	cijfer	vermenigvuldig factor	tolerantie
zwart	0	x 1	
bruin	1	x 10	± 1%
rood	2	x 10^2	± 2%
oranje	3	x 10^3	
geel	4	x 10^4	
groen	5	x 10^5	
blauw	6	x 10^6	
violet	7	–	
grijs	8	–	
wit	9	–	
zilver	–	–	± 10%
goud	–	x 0,1	± 5%

G E H E U G E N S T E U N

OVERZICHT VAN DE VERSCHILLENDE WEERSTANDREEKSEN

E192	E96	E48	E192	E96	E48	E192	E96	E48	E192	E96	E48	E192	E96	E48
100	100	100	169	169	169	284			481			816		
101			172			287	287	287	487	487	487	825	825	825
102	102		174	174		291			493			835		
104			176			294	294		499	499		845	845	
105	105	105	178	178	178	298			505			856		
106			180			301	301	301	511	511	511	866	866	866
107	107		182	182		305			517			876		
109			184			309	309		523	523		887	887	
110	110	110	187	187	187	312			530			898		
111			189			316	316	316	536	536	536	909	909	909
113	113		191	191		320			542			920		
114			193			324	324		549	549		931	931	
115	115	115	196	197	197	328			556			942		
117			198			332	332	332	562	562	562	953	953	953
118	118		200	200		336			569			965		
120			203			340	340		576	576		976	976	
121	121	121	205	205	205	344			583			988		
123			208			348	348	348	590	590	590			
124	124		210	210		352			597					
126			213			357	357		604	604		**E24**	**E12**	**E6**
127	127	127	215	215	215	361			612			10	10	10
129			218			365	365	365	619	619	619	11		
130	130					370			626			12	12	
132			221	221		374	374		634	634		13		
133	133	133	223			379			642			15	15	15
135			226	226	226	383	383	383	649	649	649	16		
137	137		229			388			657			18	18	
138			232	232		392	392		665	665		20		
140	140	140	234			397			673			22	22	22
142			237	237	237	402	402	402	681	681	681	24		
143	143		240			407			690			27	27	
145			243	243		412	412		698	698		30		
147	147	147	246			417			706			33	33	33
149			249	249	249	422	422	422	715	715	715	36		
150	150		252			427			723			39	39	
152			255	255		432	432		732	732		43		
154	154	154	258			437			741			47	47	47
156			261	261	261	442	442	442	750	750	750	51		
158	158		264			448			759			56	56	
160			267	267		543	543		768	768		62		
162	162	162	271			459			777			68	68	68
164			274	274	274	464	464	464	787	787	787	75		
165	165		277			479			796			82	82	
167			280	280		475	475		806	806		91		

G E H E U G E N S T E U N

TOELAATBAAR VERMOGEN VAN WEERSTANDEN BIJ EEN OMGEVINGSTEMPERATUUR VAN 70°C

Koolweerstanden	metaalfilmweerstanden
CR 16 - 0,2 W	MR 24 - 0,4 W
CR 25 - 0,33 W	MR 25 - 0,4 W
CR 37 - 0,5 W	
CR 52 - 0,67 W	MR 30 - 0,5 W
CR 68 - 1,15 W	MR 34 - 0,5 W
CR 93 - 2 W	MR 52 - 0,75 W
	MR 24 E/C - 0,1 W
	MR 34 E/C - 0,125 W
	MR 54 E/C - 0,25 W
	MR 74 E/C - 0,5 W
	MR 24 D - 0,125 W
	MR 34 D - 0,25 W
	MR 54 D - 0,5 W
	MR 74 D - 0,75 W
	PR 37 - 1,6 W
	PR 52 - 2,5 W

OVERZICHT VASTE CONDENSATORS MET KLEINE CAPACITEIT

soort	type	uitvoering	klasse	globaal capaciteits gebied	eigenschappen
keramische condensators	$\varepsilon_r < 150$	buisvormig schijfvormig plaatvormig	1	0,8 - 820 pF	stabiel weinig verlies bij hoge *f*.
	$\varepsilon_r > 150$	buisvormig schijfvormig plaatvormig	2	680 pF - 22 nF	sterk temp.-afhankelijk niet stabiel kleine afmetingen bij hoge *C*-waarde.
	$\varepsilon_r > 150$	buisvormige doorvoercond.	2	2,5 pF - 2200 pF	weinig zelfinductie
	sperlaagcond.	plaatvormig	1 2 3	0,56 - 560 pF 0,47 pF - 22 nF 22 nF - 100 nF	*C* is spanningsafhankelijk
plasticfilm-condensators	polyester	platte film gegoten cylindrisch	2	1 nF - 1 μF	goedkope koppel- en ontkoppel *C*'s
	polystyreen	cylindrisch	1	51 pF - 6800pF	stabiel weinig verlies bij hoge *f*.
glas			1	0,5 pF - 100 nF	buitengewoon stabiel zéér groot temp.-bereik weinig verlies bij hoge *f*.

GEHEUGENSTEUN

OVERZICHT REGELBARE CONDENSATORS

VARIABELE CONDENSATORS	**enkelvoudig** of **meervoudig**	lineair of logaritmisch	lucht-varco	zeer nauwkeurig zeer stabiel heel weinig verliezen	
			film-varco	goedkoop kleine afmetingen	
			vacuüm-varco	zeer nauwkeurig en stabiel heel weinig verliezen hoge toelaatbare spanning	
TRIMMERS	**enkelvoudig**	lucht-trimmer	compressie trimmer	niet-lineair	goedkoop
			concentrische trimmer	lineair	nauwkeurig stabiel weinig verliezen
			varco-uitvoering	lineair	
		film-trimmer		lineair	geschikt voor printmontage
		keramische trimmer	buisvormig	lineair	goedkoop
			schijfvormig	lineair	geschikt voor printmontage
VARIABELE CAPACITEITS DIODEN	Waarde van C is te variëren door sper-gelijkspanning te veranderen. Regeling is niet-linear en bedraagt enkele tientallen pF.				

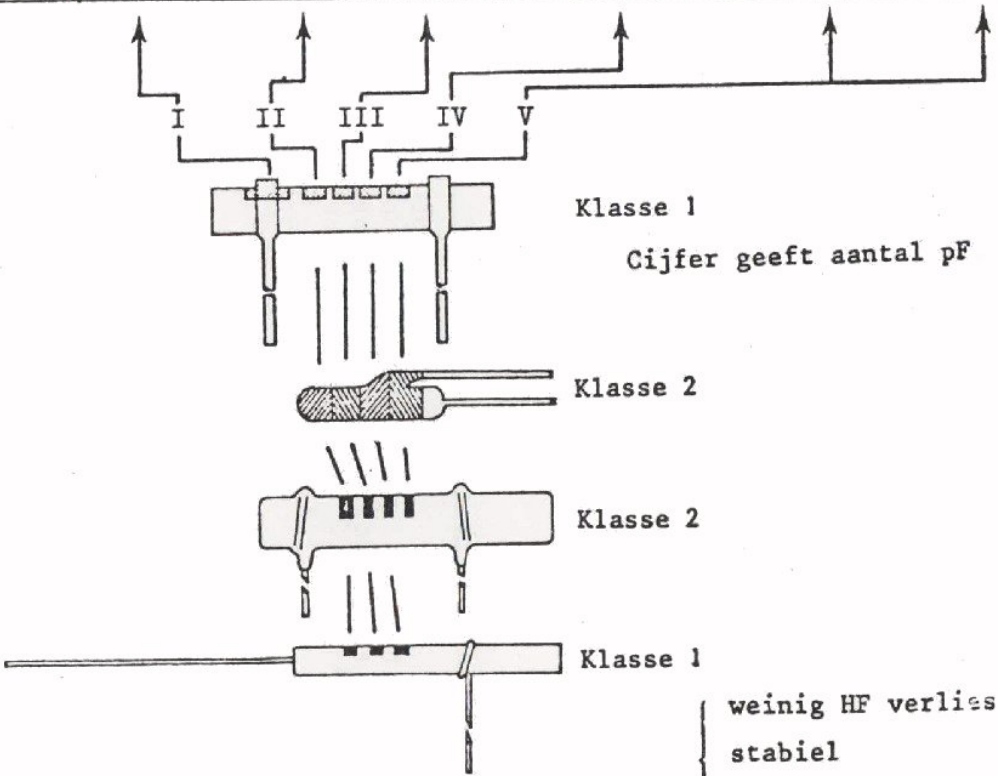
OVERZICHT VASTE CONDENSATORS MET GROTE CAPACITEIT

Soort condensator	Voor spanningen	Capaciteit	
PAPIER → voor netspanningsapparatuur	250 V tot 500 V effectieve waarde	1 tot 25 µF	goed bipolair te gebruiken
PAPIER → voor hoge betrouwbaarheid	250 V tot 2 kV kV	1,5 tot 10 nF	
			zijn goedkoop
ELEKTROLYTISCH → natte aluminium	4 tot 63 V 100 tot 400 V 6,3 tot 63 V 6,3 tot 100 V	0,33 tot 4700 µF 2,5 tot 80 µF 680 tot 68 000 µF 1500 tot 150 000 µF	goedkoop voor hoge spanningen beschikbaar. moet na lang opslaan opnieuw geformeerd worden.
ELEKTROLYTISCH → droge aluminium	6,3 V - 40 V	2,2 tot 330 µF	grote levensduur betrouwbaar stabiel vanwege vast elektrolyt is bipolair kan lang opgeslagen worden zonder dat opnieuw formeren nodig is. grote maximaal toelaatbare temperatuur.
ELEKTROLYTISCH → droge tantaal	1,6 V - 40 V	10 nF - 68 µF	zeer duur zeer kleine afmetingen stabiel vanwege vast elektrolyt

GEHEUGENSTEUN

KLEURCODERING VAN KERAMISCHE CONDENSATORS

	TC	1e cijfer	2e cijfer	vermenigvuldig factor	tolerantie $C \leq 10$ pF	tolerantie $C > 10$ pF
rood/violet	$+100.10^{-6}$					
zwart	0.10^{-6}		0	$10^0 = 1$		± 20%
bruin	-33.10^{-6}	1	1	$10^1 = 10$	± 0,1 pF	± 1%
rood	-75.10^{-6}	2	2	10^2	± 0,25 pF	± 2%
oranje	-150.10^{-6}	3	3	10^3		
geel	-220.10^{-6}	4	4	10^4		
groen	-330.10^{-6}	5	5		± 0,5 pF	± 5%
blauw	-470.10^{-6}	6	6			
violet	-750.10^{-6}	7	7			
grijs		8	8	$10^{-2} = \frac{1}{100}$		
wit		9	9	$10^{-1} = \frac{1}{10}$	± 1 pF	± 10%
oranje oranje	-1000.10^{-6}					

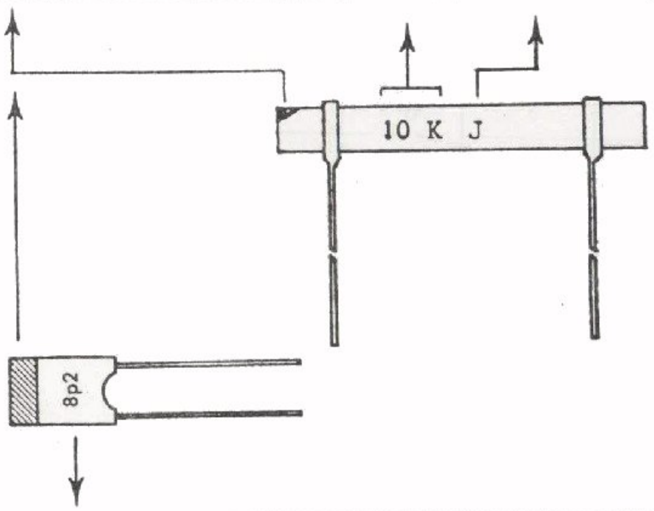


weinig HF verlies
stabiel
weinig zelfinductie

GEHEUGENSTEUN

CIJFERCODERING VAN KERAMISCHE CONDENSATORS

TC in kleurkodering		cijfer van capaciteit	lettercodering voor tolerantie		waarden
rood/violet	$+100.10^{-6}$		C	± 0,25 pF	C < 10 pF
zwart	0.10^{-6}		D	± 0,5 pF	
bruin	-33.10^{-6}		F	± 1 pF	
rood	-75.10^{-6}	aantal pF			
oranje	-150.10^{-6}	$K = 10^3$	F	± 1 %	C > 10 pF
geel	-220.10^{-6}		G	± 2 %	
groen	-330.10^{-6}		J	± 5 %	
blauw	-470.10^{-6}		K	± 10%	
violet	-750.10^{-6}		M	±20 %	
oranje/oranje	-1500.10^{-6}		S	+50/-20 %	



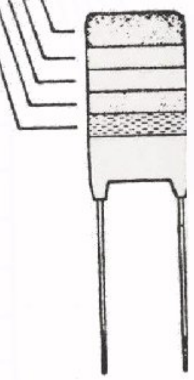
cijfer van capaciteit		Klasse
1 p 2	1,2pF	1
18 p	18 pF	1
n 10	0,1 nF	1
4 n 7	4,7 nF	2
22 n	22 nF	3
100 n	100 nF	3
enz.		

G E H E U G E N S T E U N

KLEURCODERING VAN POLYESTER-CONDENSATORS

Deze past men toe bij een platte film-uitvoering van gemetaliseerde polyester-condensators.

kleur	1e cijfer	2e cijfer	vermenig-vuldig-factor	capaciteits tolerantie	nominale spanning
zwart	-	0	1	± 20%	
bruin	1	1	10^1		100 V
rood	2	2	10^2		250 V
oranje	3	3	10^3		
geel	4	4	10^4		400 V
groen	5	5	10^5		
blauw	6	6			630 V
violet	7	7			
grijs	8	8			
wit	9	9		± 10%	



CIJFERCODERING VAN PLASTICFILM-CONDENSATORS

Over het algemeen spreekt deze voor zichzelf.

Gegeven wordt:

- de capaciteitswaarde
- de tolerantie van de capaciteit
- de nominaal toelaatbare spanning

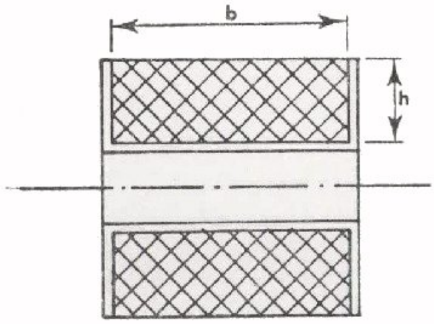
Voor een "nugget"-uitvoering van polyester-condensators betekent het opschrift

0.22/20/250

dat: C = 0,22 µF
tolerantie = ± 20%
nominale spanning = 250 V.

GEHEUGENSTEUN

SPOEL EN TRANSFORMATOR

- 

De vulfactor is:

$$v = \frac{n \cdot A}{b \cdot h}$$

n = aantal windingen
A = koperdoorsnede draad (mm^2)
b = wikkelbreedte (mm)
h = wikkelhoogte (mm)

- WIKKELMETHODEN zijn:
  - éénlaags cylindrisch (spoed s = draaddiameter d).
  - semi-bank ($s < d$; hoogstens 3 lagen).
  - hoogkant geslingerd (geen flenzen).
  - wild (wel flenzen).
  - orthocyclisch (volkomen regelmatig; thermoplac).

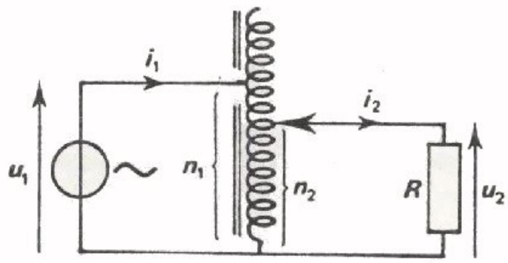
- KERNMATERIALEN zijn:

Si-ijzer		tot 15 kHz
ferroxcube 3		tot 1 MHz, snel verzadigd.
ferroxcube 4	0,5	tot 25 MHz, snel verzadigd.
poederijzer		boven 25 MHz.

- MAGNETISCHE AFSCHERMING

laagfrequent door:	Si-ijzer,
	mumetaal (snel verzadigd).
hoogfrequent door:	goed geleidende bus.

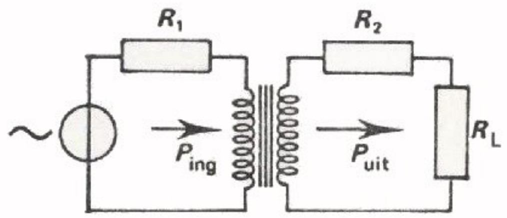
- TRANSFORMATOR formules:



$$\text{koppelfactor} = \frac{\varnothing_h}{\varnothing_h + \varnothing_s}$$

$\varnothing_h$ = hoofdveld

$\varnothing_s$ = spreidingsveld



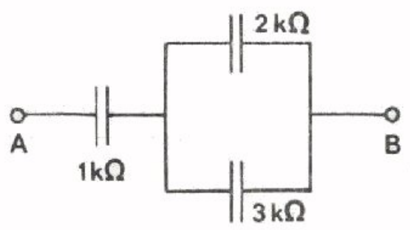
$$\eta = \frac{P_{uit}}{P_{in}} \; 100\% = \text{rendement}$$

$$R_i = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 R_1 + R_2 = \text{weerstand die } R_L \text{ terugziet.}$$

B401.14

TEST UZELF

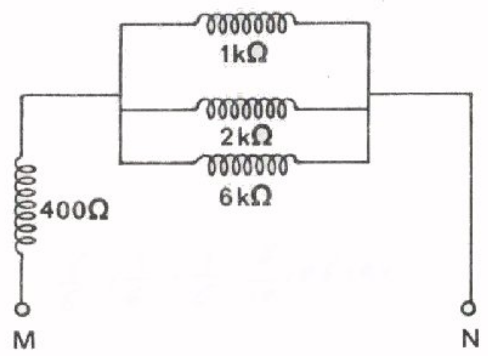
1\.



Bij de toegepaste frequentie gelden de gegeven waarden van X. Bereken de reactantie tussen de punten A en B.

X_{AB} =

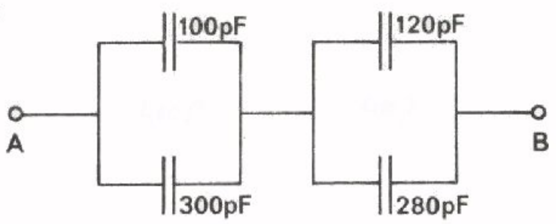
2\.



Bij de toegepaste frequentie gelden de gegeven waarden van X_L. Bereken de reactantie tussen de punten M en N.

X_{MN} =

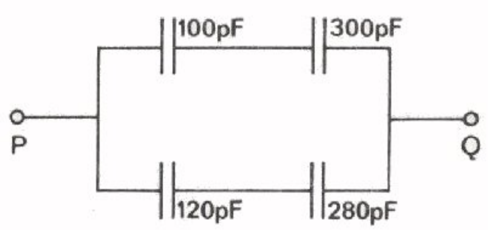
3\.



Bereken de capaciteit tussen de punten A en B.

C_{AB} =

4\.



Bereken de capaciteit tussen de punten P en Q.

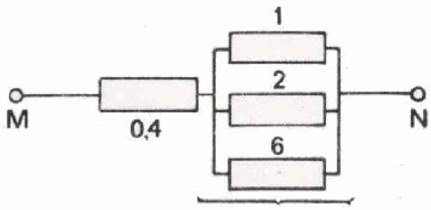
C_{PQ} =

UITWERKINGEN

1. *Met reactanties rekent men als met R's.*

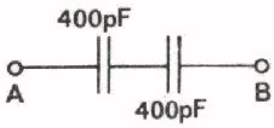
   Dus: $X_{AB} = 1 + \frac{2.3}{2+3} = 1 + \frac{6}{5} = 2{,}2\ k\Omega$

2. *Evenzo*

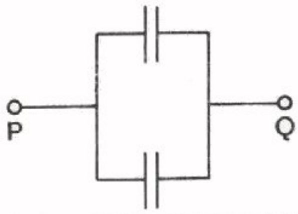


$\frac{1}{X} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{6} = \frac{10}{6} \longrightarrow X = 0{,}6\ k\Omega$

$X_{MN} = 0{,}4 + 0{,}6 = 1\ k\Omega$

3. 

$\longrightarrow C_{AB} = 200\ pF$

4. 

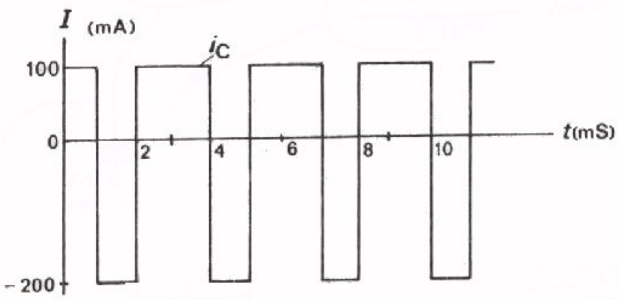
$\frac{100.300}{400} = 75\ pF$

$\frac{120.280}{400} = 84\ pF$

$\longrightarrow C_{PQ} = 159\ pF$

TEST UZELF

5.





Aan een condensator van 2 μF voert men deze blokstroom i_C toe.

Bereken de maximale spanning over de condensator.

U_{ct} =

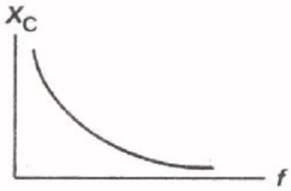
Teken hiernaast het verloop van de spanning over de condensator.

DE CONDENSATOR EN DE SPOEL

Wat is een IDEALE C?

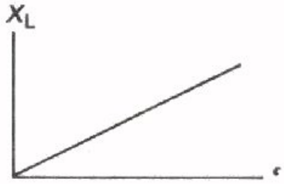
Wat is een IDEALE L?

Bekijk op de *geheugensteunen* nog eens wat er over de condensator en de spoel staat.



Bij een ideale C is X_C omgekeerd evenredig met f:

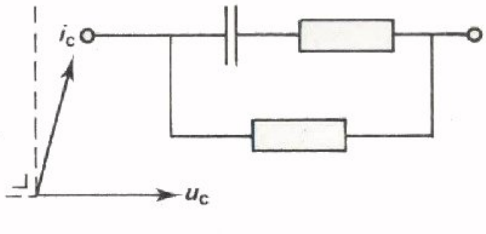
$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$



Bij een ideale L is X_L evenredig met f:

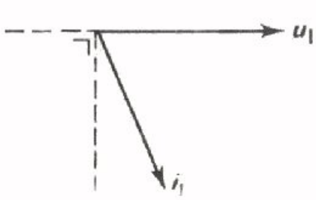
$$X_L = 2\pi f L$$

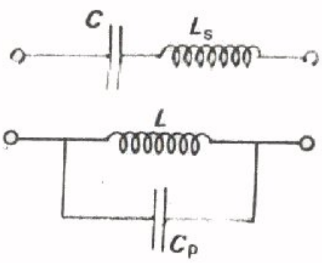
Een NIET IDEALE C heeft verliezen, zodat i_c minder dan 90^0 voorijlt op u_c.



Een NIET IDEALE L heeft verliezen (koper en ijzer), waardoor i_1 minder dan 90^0 naijlt op u_1.



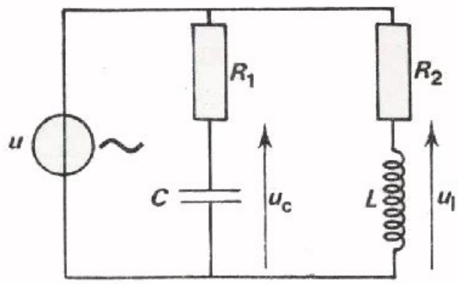




Een C heeft enige serie-L en een L heeft enige parallel-C. Bij zeer hoge frequenties wordt de niet ideale C een "zelfinductie" en de niet ideale L een "capaciteit".

TEST UZELF

7. In deze schakeling:



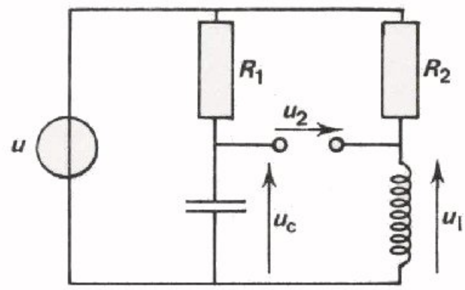
$R_1 = \sqrt{3}\, X_C$

en $R_2 = \sqrt{3}\, X_L$

Teken voor elke tak een vectordiagram.
Voor de fasedraaiing tussen u_c en u_l geldt:

u_c is in fase met u_l	O
u_c is in tegenfase met u_l	O
u_c ijlt/20^0 na op u_l	O
u_c ijlt/20^0 voor op u_l	O

8. In deze schakeling:



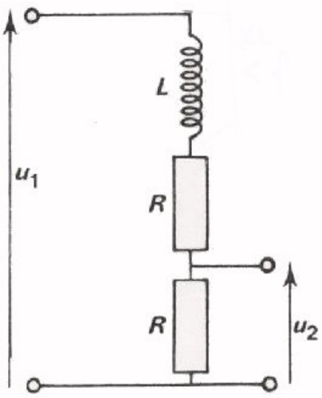
$X_C = R_1$ en $X_L = R_2$

Teken drie vectordiagrammen
(voor u_l, u_c en u_2).

Nu is:

u_l is in fase met u_2	O
u_l is in tegenfase met u_2	O
u_l ijlt **45** ^{0} na op u_2	O
u_l ijlt **45** ^{0} voor op u_2	O

9.



Bij zeer lage frequenties geldt:

$\frac{U_{2t}}{U_{1t}} =$ ☐

Bij zeer hoge frequenties geldt:

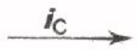
$\frac{U_{2t}}{U_{1t}} =$ ☐

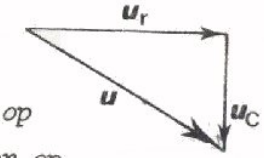
10. Bij welke frequentie is de reactantie van een spoel L = 160 mH gelijk aan die van een condensator van 100 pF?

$f^0 =$ ☐

UITWERKINGEN

7.





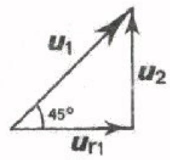


$\boldsymbol{u}_c$ *ijlt 60° na op*

$\boldsymbol{u}_l$ *ijlt 60° voor op*

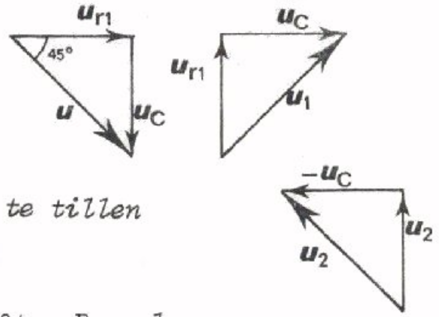
$\boldsymbol{u}_c$ *en* $\boldsymbol{u}_l$ *zijn onderling 120° in fase verschoven*

u_l ijlt dus 120° voor op u_c
(antwoord 3)



8. $X_C = R_1$

$X_L = R_2$



$\boldsymbol{u}_c$ *ijlt 45° na op* $\boldsymbol{u}$

$\boldsymbol{u}_l$ *ijlt 45° voor op* $\boldsymbol{u}$

Eén van de diagrammen draaien:

u_2 wordt gevonden door u_l en u_c op te tillen

9. *Bij zeer lage f:* $\omega L \ll 2R$, *zodat* $\dfrac{u_{2t}}{u_{1t}} = \dfrac{R}{2R} = \dfrac{1}{2}$

Bij zeer hoge f: $\omega L \gg 2R$, *zodat* u_2 *en dus* $\dfrac{u_2}{u_1} \approx 0$

10. $\omega L = \dfrac{1}{\omega C}$ $\qquad \omega^2 = \dfrac{1}{LC} = \dfrac{10^3 . 10^{12}}{160 . 10^2} = \dfrac{10^{12}}{16}$

$\omega = \dfrac{10^6}{4} = 2\pi f \qquad f \approx 4.10^4$ Hz

TEST UZELF

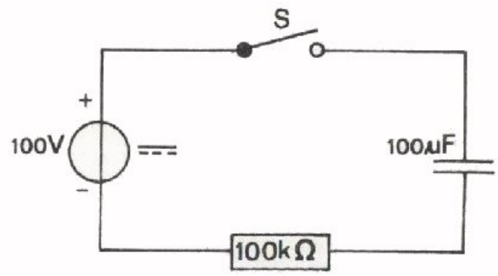
11. Hoe groot is de stroom als S gesloten wordt? I_0 = [ ]

Hoeveel seconde na het sluiten van S is u_C gelijk aan 6 V?

t = [ ]

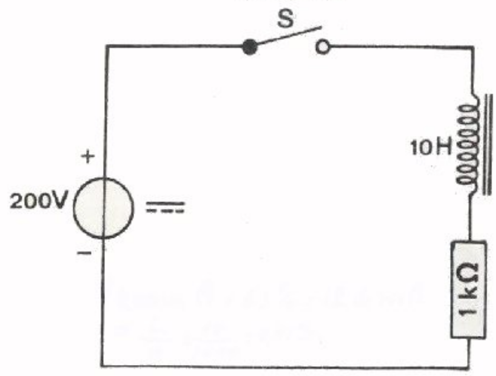
Hoe groot is u_C na 20 s?

u_C = [ ]



12. Hoeveel milliseconde na het sluiten van S is de stroom door de spoel 126 mA?

Na [ms]



UITWERKINGEN

11. *De laadstroom vlak na sluiten van S is:*

$$I_0 = \frac{U}{R} = \frac{100}{100.10^3} = \frac{1}{10^3} = 1 \text{ mA}$$

Als de C tot 6 V is geladen, is de spanning over R nog nauwelijks afgenomen. D.w.z. dat de laadstroom van 1 mA vrijwel behouden is gebleven. Tijdens het aangroeien van U_C van 0 tot 6 V wordt dus praktisch een gelijkstroom van 1 mA toegevoerd.
Verder geldt als $u_C = 6$ V

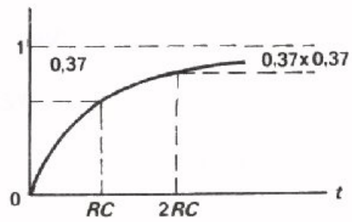
$$Q = C.u_C = I.t$$

$$6.10^{-4} = 10^{-3}.t$$

of $t = 0{,}6$ s

RC-tijd: $10^5 \cdot \frac{1}{10^4} = 10$ s

20 s is dus 2RC-tijden.
Na 2 x RC is de spanning over de C



$$100 - 0{,}37 \ . \ 37 = 86{,}3 \text{ V}$$

12. *De stroom neemt tenslotte toe tot:*

$$I_{max} = \frac{U}{R} = \frac{200}{1000} = 200 \text{ mA}$$

$$126 \text{ mA} = 0{,}63 \ . \ 200 \text{ mA}$$

$I = 126$ mA *wordt dus bereikt in* $\frac{L}{R}$ s

$$\frac{L}{R} = \frac{10}{1000} \text{ s} = 10 \text{ ms}$$

TOEPASSING VAN PASSIEVE COMPONENTEN

Hieronder volgt een overzicht van de voornaamste toepassingen van weerstanden, condensators, spoelen en transformators.
Bestudeer dit overzicht aandachtig en probeer U van elk van de genoemde toepassingen een voorbeeld voor de geest te halen.

WEERSTANDEN

- spanningsdeling.
- stroomdeling.
- natuurkundige grootheid (temperatuur, licht, enz.) omzetten in elektrische grootheid: b.v. PTC, NTC, LDR.

CONDENSATORS

- blokkeren van gelijkstroom en spanning.
- wisselspanningsdeling.
- wisselstroomdeling.
- elektrische energie opslaan.

SPOELEN

- blokkeren van wisselstroom en spanning.
- wisselspanningsdeling.
- magnetische energie opslaan.

COMBINATIES VAN R EN C; R EN L; R, C EN L.

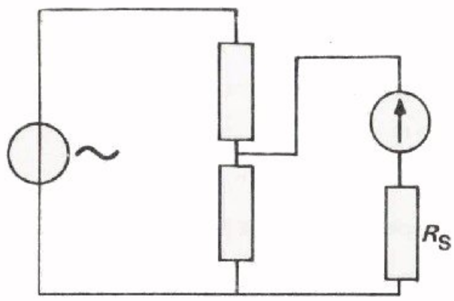
- filterwerking, waardoor bepaalde frequentiegebieden worden doorgelaten of onderdrukt.
- tijdbepalende schakeling (RC-tijd; $\frac{L}{R}$ -tijd).

TRANSFORMATORS

- wisselspanningswaarde veranderen.
- wisselstroomwaarde veranderen.
- circuits scheiden.
- impedantieaanpassing.

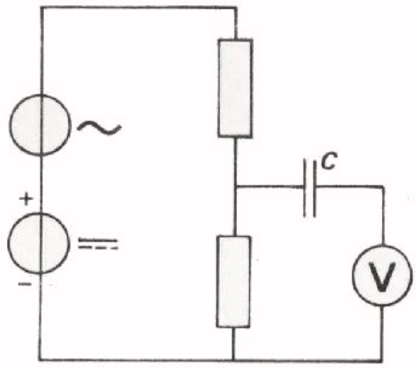
TEST UZELF

13\.



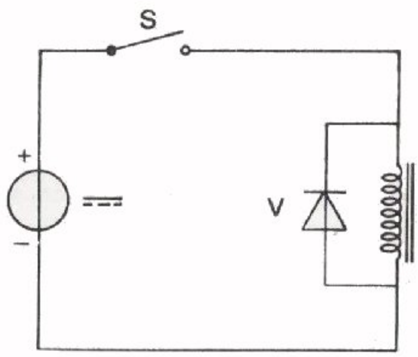
In deze schakeling dient R_s om:

14\.



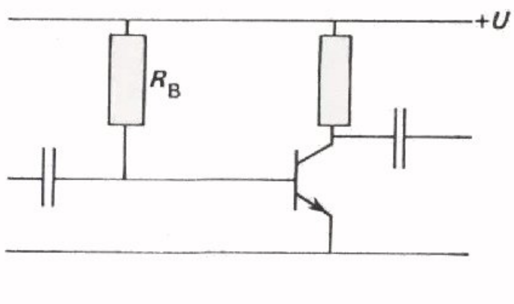
C dient om:

15\.



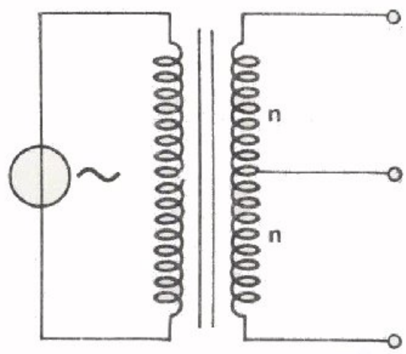
Diode V dient om:

16\.



R_B dient om:

17.



De transformator hiernaast dient om:

____

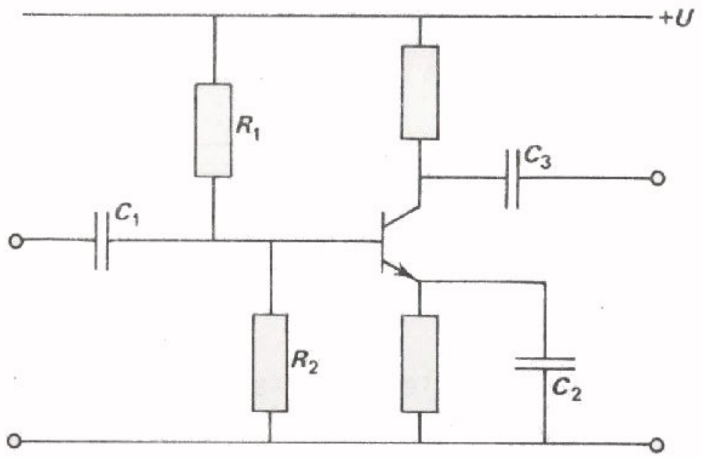
____

____

____

____

18.



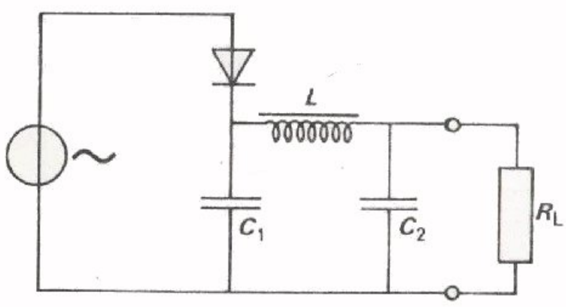
In deze schakeling is C_1 een | ontkoppel / koppel condensator |

C_2 is een | ontkoppel / koppel condensator |

C_3 is een | ontkoppel / koppel condensator |

R_1 en R_2 dienen voor | stroom / spanning | - deling

19.



L en C_2 dienen om:

____

____

____

____

____

____

____

ontkoppel / koppel condensator

BIJZONDERE WEERSTANDEN

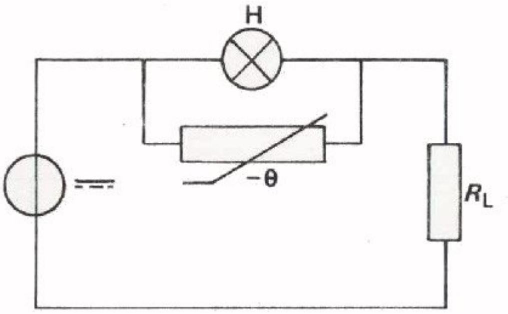
Sla de TABEL uit de geheugensteunen erop na.

Bestudeer goed wat daar staat over de NTC-, de PTC-weerstand, de VDR en de LDR.

Probeer nu volgende vragen te beantwoorden.

TEST UZELF

20.



Wat voor weerstand staat er parallel aan de lamp?

Een ______

Wat gebeurt er als de lamp defect raakt?

______

______

______

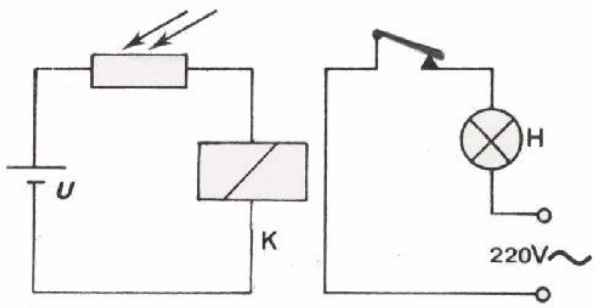
______

______

21. Een stroommeter beveiligt men wel tegen het optreden van te grote stromen door er mee in serie te schakelen:

een "gewone" weerstand	O
een LDR	O
een NTC-weerstand	O
een PTC-weerstand	O

22.



Met behulp van de LDR wordt de lamp uitgeschakeld als het 's morgens licht wordt. Verklaar de schakeling met enkele woorden.

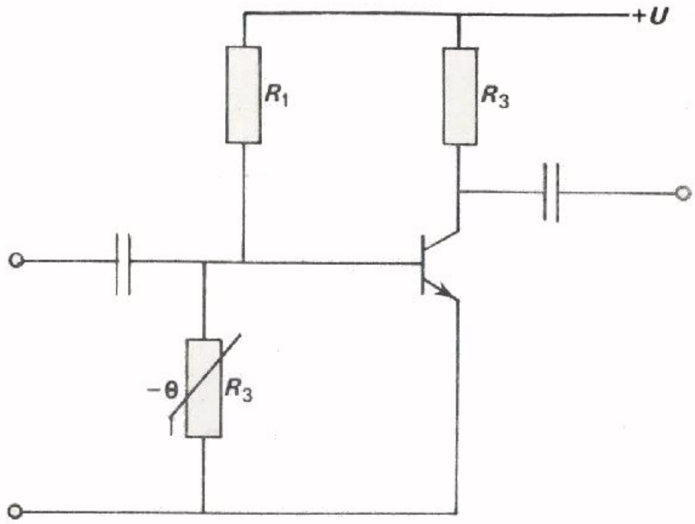
______

______

______

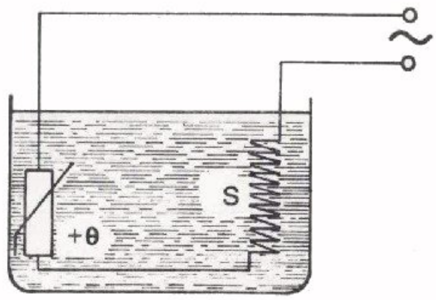
______

23.



De NTC-weerstand is dicht tegen de transistor aan gemonteerd, zodat hij steeds dezelfde temperatuur heeft als de transistor.
Wat gebeurt er nu als de temperatuur van de transistor toeneemt?

24. De vloeistof in dit reservoir wordt door middel van de verwarmingsspiraal S op temperatuur gehouden.
In serie met S staat een PTC-weerstand.
Verklaar de werking van de schakeling.



TEST UZELF

Bekijk eerst de tabellen op pagina's B401.3 t/m B401.5 nog eens goed.

25. Op een weerstand komen 5 ringen voor.

De weerstand is een:

koolweerstand van	1 %	O
draadweerstand van	0,5 %	O
metaalfilmweerstand van	1 %	O
metaalfilmweerstand van	0,1 %	O

26. Over een weerstand staat 50 V.

Er loopt een stroom van 100 mA.

We moeten een weerstand kiezen van tenminste:

0,25 W	O
0,5 W	O
1 W	O
5 W	O

27. Welke tolerantie behoort bij een weerstand uit de E96 reeks?

[%]

28. Een koolweerstand heeft als kleurcodering:

"rood, rood, rood, rood".

De tolerantie bedraagt:

± 1 %	O
± 2 %	O
± 5 %	O
± 10 %	O

29. Op een weerstand staat: 5361 B

Welk type weerstand is dit?

Hoe groot is de weerstandswaarde?

Hoe groot is de tolerantie?

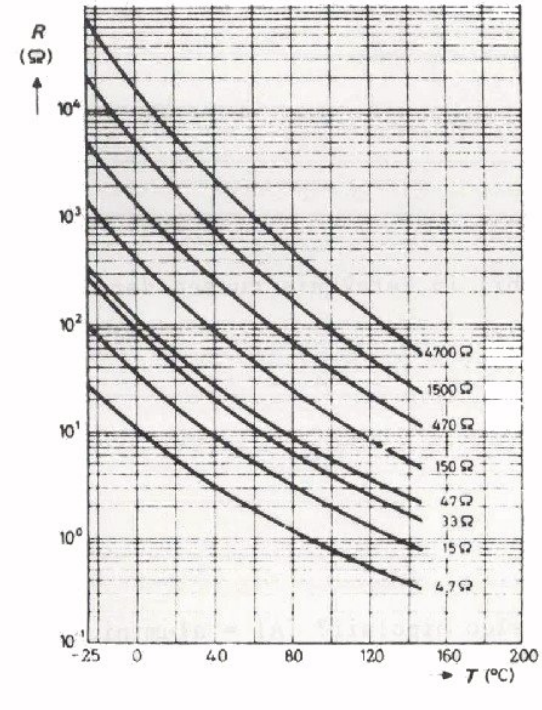
30. In een schakeling vloeit door een weerstand van 10 kΩ een gelijkstroom van maximaal 10 mA.

U moet deze weerstand vervangen door een nieuwe met zo klein mogelijke afmetingen.

Welke kiest U?

- CR 25 O
- CR 52 O
- CR 68 O
- CR 93 O

31.



Zoek in deze grafiek de thermistor op die bij 25°C een weerstandswaarde heeft van 150Ω.

Bij 120° C is zijn waarde ongeveer:

TEST UZELF

Gebruik de tabellen uit de geheugensteunen.

32. Welke condensator van 33 µF en U_{MAX} = 10 V heeft de kleinste afmetingen?

natte monopolaire elco	O
natte bipolaire elco	O
droge aluminium elco	O
droge tantaal elco	O

33. Geef de kleurcode van een keramische condensator van 56 pF ± 5%.

____

____

____

____

34. Wat betekent het opschrift 0.22/20/250 op een condensator?

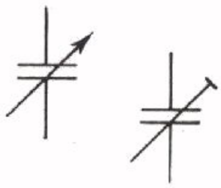
____

____

____

____

35. Wat is het verschil in betekenis tussen deze symbolen?



____

____

____

____

____

36. Is een droge Al-elco bipolair? (Al = aluminium) **ja / nee**

37. Op een condensator staat: 4 n 7.
Hoe groot is de waarde in pF? [ ]

TEST UZELF

Tot slot nog iets over verbindingen, met name de coaxiale kabel.
Sla de geheugensteun erop na.

38. De coaxiale kabel van een centrale antenne-aansluiting van Uw TV-ontvanger is te kort.
U gaat naar een winkel en vraagt een:

- willekeurig stuk coax-kabel om de oude voldoende te verlengen. O
- willekeurig stuk coax-kabel om de oude te vervangen. O
- een stuk coax-kabel met dezelfde R_o om de oude voldoende te verlengen. O
- een stuk coax-kabel met dezelfde R_o dat de oude geheel vervangt. O

39. Bij een zeer lange kabel staat aan het begin 64 V. Na 10 km. is de spanning nog maar 48 V.
Hoe groot is de spanning na 20 km?

U = [ ]

40. Een kabel heeft een karakteristieke weerstand van 50Ω.
Men voert via deze kabel impulsen toe aan een belasting van 7200 Ω.
Men past aan door middel van een transformator.
Hoe groot moet de wikkelverhouding $n_2 : n_1$ zijn?

$n_2 : n_1$ = [ ]

VERDERE OEFENING

Bestudeer de GEHEUGENSTEUNEN en de daarin opgenomen TABELLEN thuis nog eens goed.

Bestudeer grondig de herhalingslessen B105, B116 en B128. Maak de opgaven in deze lessen nog eens.

Loopt U hier of daar vast, probeer dan de moeilijkheden op te lossen aan de hand van de aan de herhalingsles voorafgaande lessen.

Blijft U met problemen zitten, noteer die dan kort hieronder. In de volgende les kunt U aan Uw leraar hierover vragen stellen.

B 402

HERHALING 2

HALFGELEIDERDIODEN

INLEIDING

Dit is de tweede herhalingsles over het B-deel van de cursus. Hierin worden de HALFGELEIDERDIODEN nog eens herhaald.

Neem deze les met grote aandacht door.
Loopt u tegen problemen aan die u niet begrijpt, vraag dan uw leraar om nadere uitleg.

Probeer de opgaven zelfstandig te maken.
Lukt U dit niet, ga dan na waar het aan ligt.
Misschien maakt u alleen maar een rekenfout, maar het kan ook voortkomen uit een gebrek aan theoriekennis.

TYPEN DIODEN

Dioden komen in een groot aantal verschillende types voor.
Zij hebben dan uiteenlopende eigenschappen die nodig zijn voor verschillende toepassingen.
We hebben de volgende typen behandeld:

Tweede letter van de codering	Toepassing en eigenschappen.
A	Diode voor verwerking van kleine signalen. - weinig capaciteit - kleine sperstroom
B	Variabele capaciteitsdiode. - kleine serieweerstand - kleine sperstroom - capaciteit in orde van grootte van enkel pF tot enkele tientallen pF.
Y	Gelijkrichtdiode. - maximaal te verwerken stroom van belang - maximaal toelaatbare sperspanning van belang - hoe anode en kathode zijn aangesloten is van belang.
Z	Zenerdiode. - zenerspanning van belang. - toelaatbaar vermogen. - temperatuurafhankelijkheid van belang.

GERMANIUM EN SILICIUM

Er zijn twee soorten halfgeleiderdioden in gebruik:
die gemaakt van germanium (Ge)
en die van silicium (Si).

Ge-dioden hebben de coderingsletter: [ ]

Si-dioden hebben de coderingsletter: [ ]

Germaniumdioden hebben het voordeel dat zij in de doorlaatrichting reeds flink stroom (mA's) voeren vanaf 0,3 V, terwijl dit bij siliciumdioden eerst het geval is vanaf ca. 0,7 V.

Siliciumdioden hebben als voordelen t.o.v. de germaniumdioden:

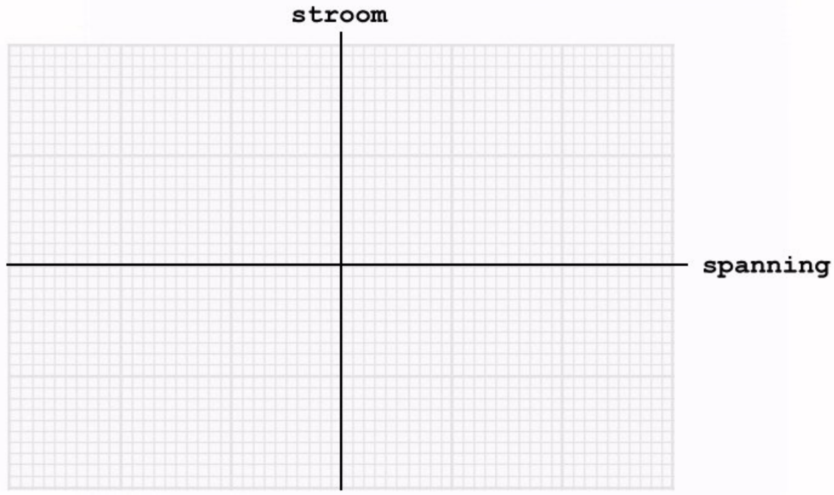
- de sperstroom is veel kleiner (nA's).
- zij werken nog goed bij hogere temperaturen.
- de maximum toelaatbare sperspanning kan veel groter zijn.

TEST UZELF

1. De sperstroom van een siliciumdiode is bij 20°C gelijk aan 3 nA.
   Hoe groot is $-I_V$ bij 68°C?

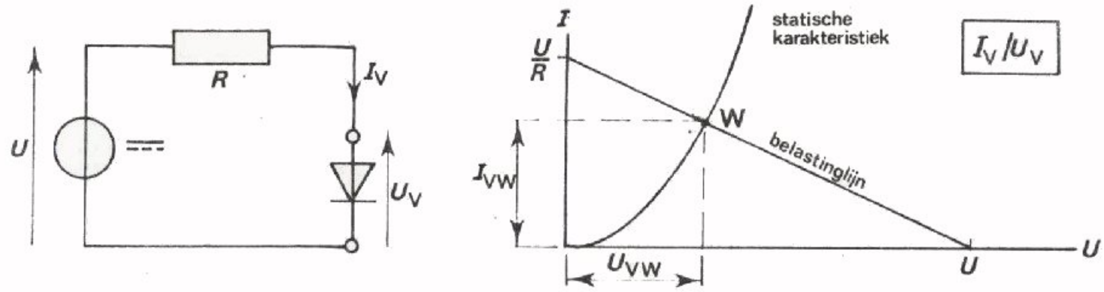
   $-I_V$ = [ ]

2. Wat is een zenerdiode?
   Teken het symbool en de karakteristiek.



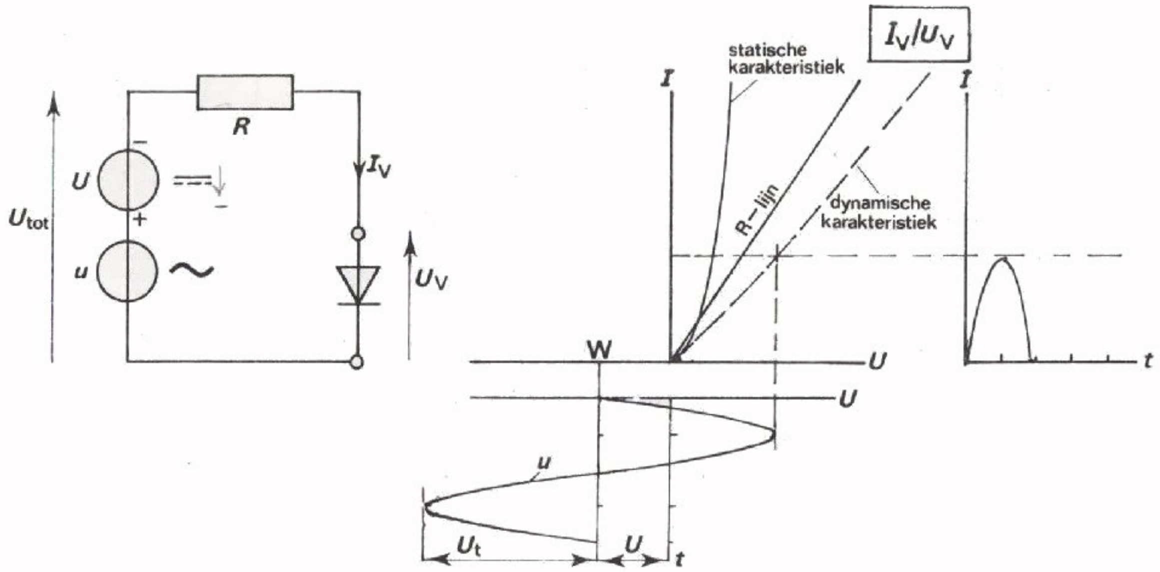
DE BELASTINGLIJN EN DE DYNAMISCHE KARAKTERISTIEK

Een diode wordt in een schakeling meestal in serie met een weerstand op een spanning aangesloten. Is de spanning een GELIJKspanning, dan zijn U_V en I_V gemakkelijk te bepalen met de belastinglijn.



- Voor de bepaling van één instelpunt, dat afhangt van serieweerstand en aangesloten gelijkspanning, is de belastinglijn goed te gebruiken.

  Is een diode in serie met een weerstand op een *varierende* spanning aangesloten, dan heeft men niet met slechts één instelpunt te doen. De instelling verandert voortdurend. In dat geval kan men beter niet een belastinglijn gebruiken, maar wel de dynamische karakteristiek.



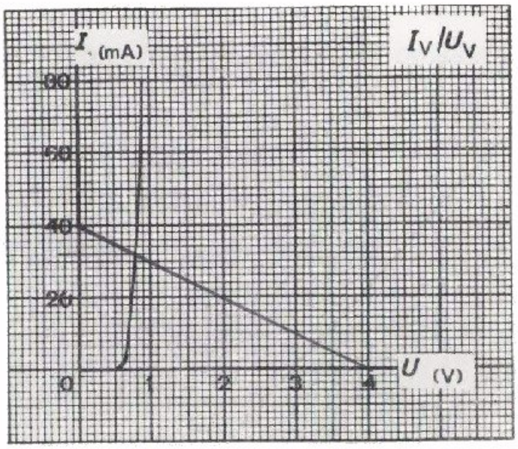
- Om na te gaan hoe een variërende spanning wordt verwerkt door een diode met serieweerstand, is de dynamische karakteristiek goed te gebruiken.

TEST UZELF

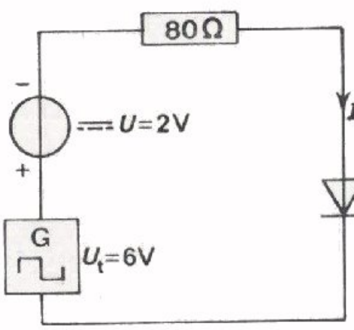
3. Een diode met deze karakteristiek is in serie met een weerstand van 100Ω aangesloten op een gelijkspanning van 4 V.

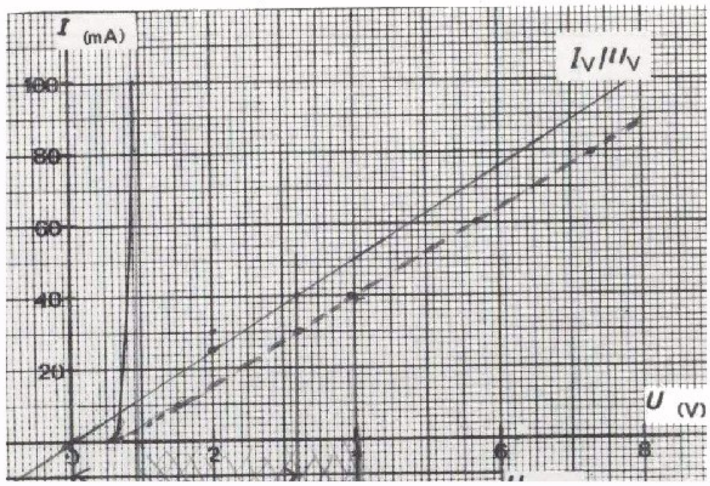
   Hoe groot is de stroom door de serieschakeling?

   I =



4. Een diode met gegeven karakteristiek is aangesloten op een totale spanning U_{TOT}, die bestaat uit een gelijkspanning U = 2 V en een symmetrische blokspanning met U_t = 6 V.





Hoe groot is de topwaarde van de stroomimpulsen?

I_t =

Hoe groot is de topwaarde van de spanningsimpulsen over R?

U_{Rt} =

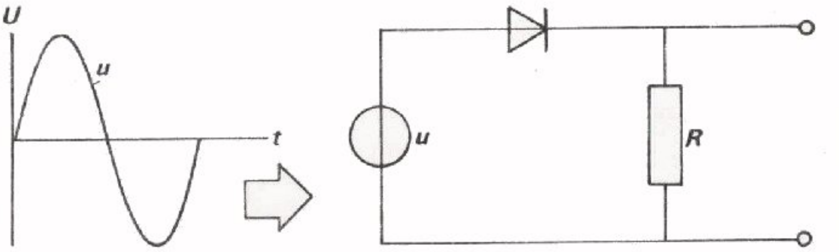
Hoe groot is de top tot topwaarde van U_V?

U_{Vtt} =

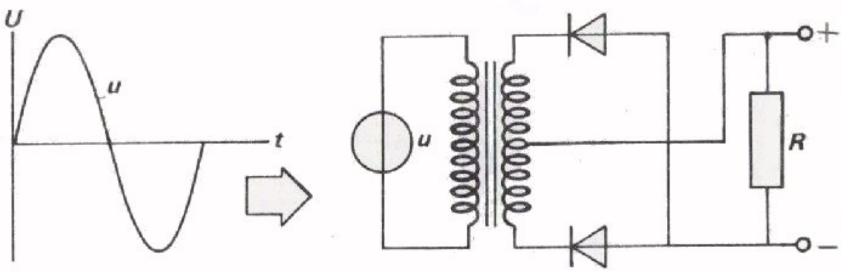
WAARVOOR GEBRUIKEN WE DIODEN?

We sommen hieronder op waarvoor de diode zoal gebruikt wordt. Telkens geven we ook een voorbeeld van een schakeling. Bestudeer deze schakelingen goed en ga na hoe ze werken.

- GELIJKRICHTING



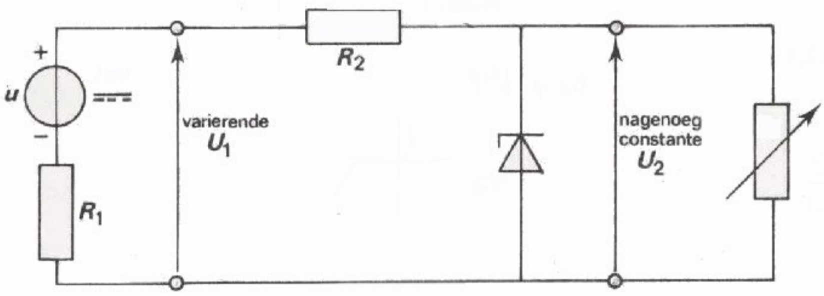
Schets de uitgangsspanning



Schets de uitgangsspanning

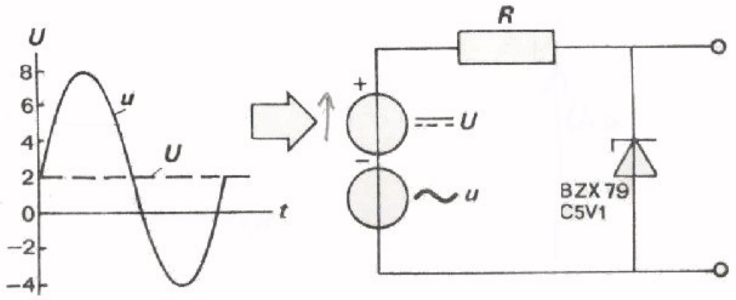
- STABILISATIE

Een variërende gelijkspanning wordt constant.



Ga na hoe de stabilisatie tot stand komt.

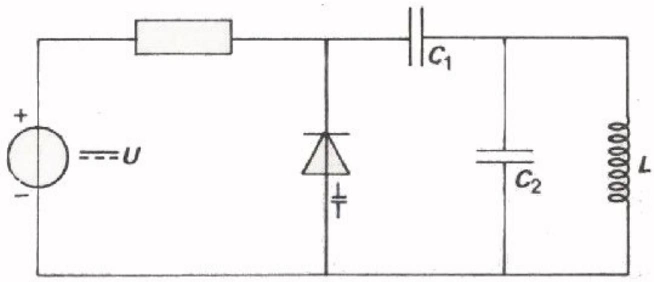
- BEGRENZING



Schets de uitgangs-spanning.

Ga na hoe de begrenzing tot stand komt.

- VARIEREN VAN CAPACITEIT door middel van gelijkspanning.



De diode heeft een capaciteit die afhankelijk is van de toegevoerde gelijkspanning.
In deze schakeling verandert de capaciteit van de kring onder invloed van de spanning U.

Vraag: de diode

staat in doorlaat
is gesperd

Waarvoor dient C_1?

___

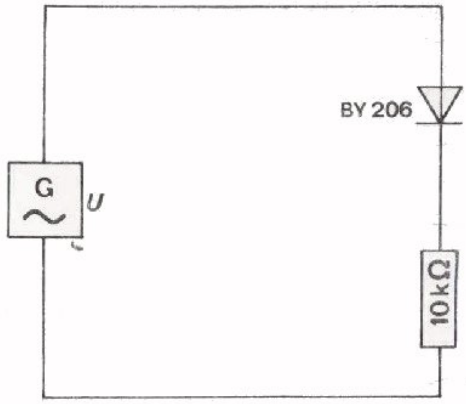
___

___

___

In volgende opdrachten gaan we enige van deze toepassingen nog eens praktisch ervaren.

OPDRACHT: GELIJKRICHTEN MET EEN DIODE



- Bouw deze schakeling op uw paneel.

- Voer een wisselspanning toe van ongeveer 5 V bij een frequentie van 800 Hz.

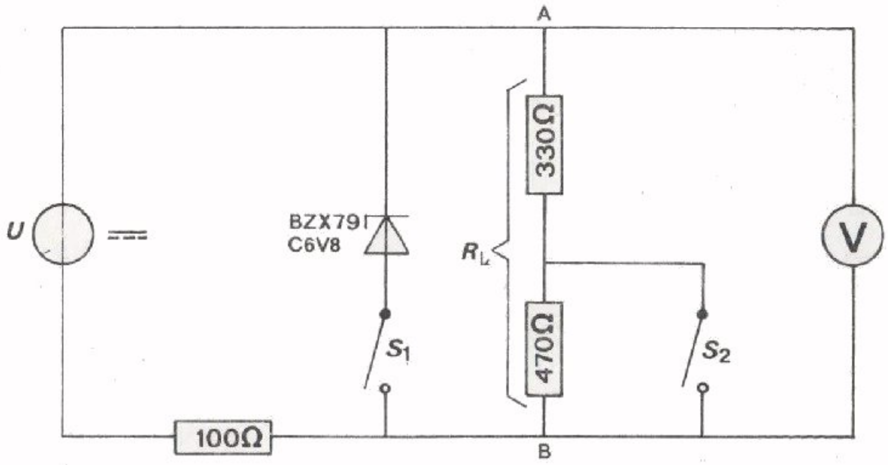
- Bekijk met behulp van een oscilloscoop:

  - de totaal toegevoerde spanning
  - de spanning over de diode
  - de spanning over de weerstand

- Teken twee perioden van deze spanningen hieronder.

Is u het verloop van deze spanningen duidelijk?

OPDRACHT: STABILISEREN DOOR MIDDEL VAN EEN DIODE



- Bouw deze schakeling.

- Laat S_1 open en S_2 gesloten; varieer U van 10 V tot 15 V.

- U_{AB} blijkt te variëren tussen: [ ] en [ ]

- Sluit S_1 en varieer U opnieuw van 10 V tot 15 V.
  Kom niet boven 15 V, anders wordt de diode te overbelast!

- U_{AB} blijkt nu te variëren tussen: [ ] en [ ]

- Open S_1 en houd U constant op 15 V.

- Ga na hoe groot U_{AB} is bij open S_2 en bij gesloten S_2.

  open S_2: U_{AB} = [ ]

  gesloten S_2: U_{AB} = [ ]

- Sluit S_1 en houd U weer constant op 15 V.

- Ga opnieuw na hoe groot U_{AB} is bij open S_2 en gesloten S_2.

  open S_2: U_{AB} = [ ]

  gesloten S_2: U_{AB} = [ ]

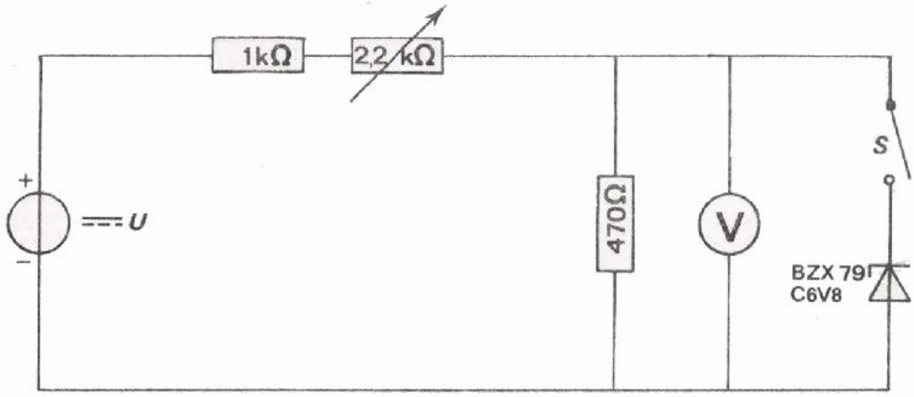
CONCLUSIE:

De zenerdiode werkt stabiliserend:

- als U varieert, varieert U_{AB} bijna niet.
- als de belasting R_L varieert, varieert U_{AB} bijna niet.

Ga aan de hand van de schakeling na hoe deze stabilisatie tot stand komt.

OPDRACHT: BEVEILIGING VAN EEN VOLTMETER



- Bouw deze schakeling.

- Stel de universeelmeter in op 30 V

- Voer met S open een spanning toe U = 30 V.

- Varieer de potentiometer van 2200 Ω tot 0 Ω en noteer de aanwijzingen van de voltmeter:

U_{MIN} =

U_{MAX} =

- Sluit S en noteer opnieuw de spanningsvariatie van de voltmeter.

U_{MIN} =

U_{MAX} =

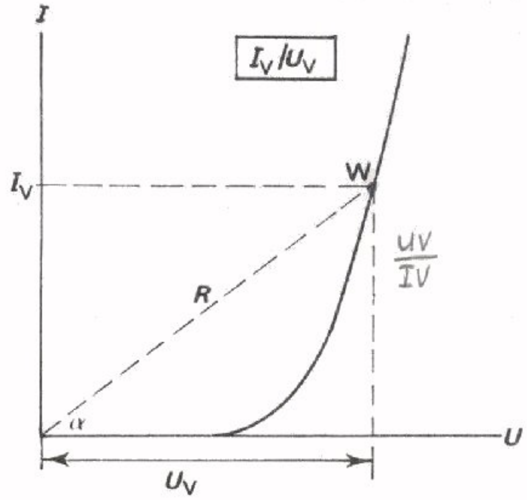
CONCLUSIE:

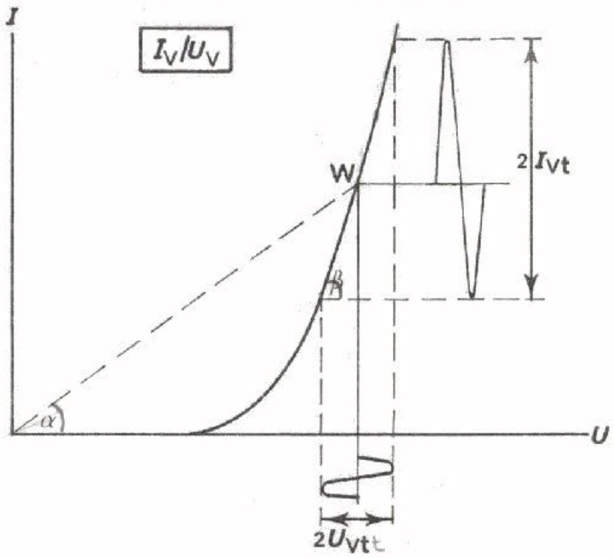
U ziet dat de spanning dankzij de zenerdiode niet meer boven 7 V uitkomt.
De zenerdiode beveiligt de voltmeter tegen te grote spanning.
Men kan nu de spanning ook meten met de voltmeter in het 12 V - bereik.
Ga aan de hand van de schakeling na hoe deze beveiliging precies werkt.

DE GELIJK- EN WISSELSTROOMWEERSTAND

De weerstand die een diode aan stroom biedt is op zichzelf niet erg van belang. Zoals U weet bestaat de ingang van een transistor eigenlijk uit een halfgeleiderdiode. De ingangsweerstand van een transistor is wel van belang.

Weet men hoe het gesteld is met de weerstand van een halfgeleiderdiode, dan weet men meteen ook hoe het met de ingangsweerstand van een transistor zit. Vandaar dat we nu die weerstand van een diode bekijken.





Van belang is onderscheid te maken tussen de GELIJKSTROOM-weerstand en de WISSELSTROOM-weerstand.

De gelijkstroomweerstand:

$$R_{ig} = \frac{U_V}{I_V}$$

De wisselstroomweerstand:

$$R_i = \frac{U_{Vt}}{I_{Vt}}$$

VUL IN:

Hoe groter I_V, des te [ ] de gelijkstroomweerstand is,

en des te [ ] de wisselstroomweerstand is.

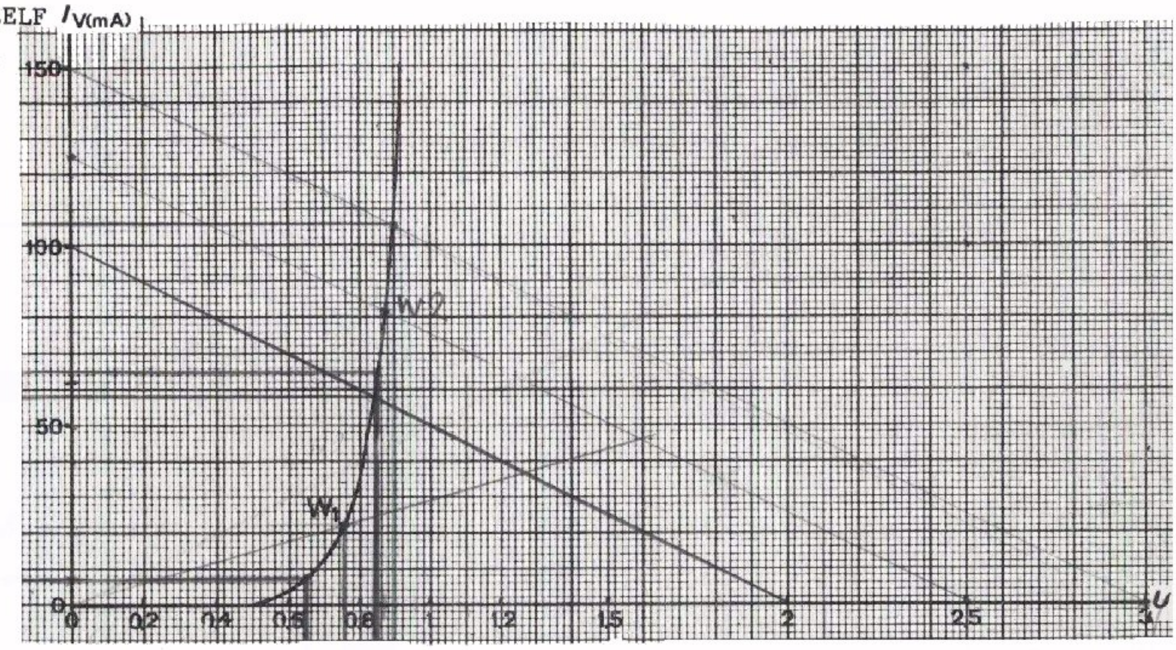
Over het algemeen is bij eenzelfde instelling de R_i voor wisselstroom (kleine I variaties) veel [ ] dan de R_i voor gelijkstroom:

hoek β is [ ] dan α.

De waarde van R_i hangt [ ] van de grootte van de te verwerken wisselspanning af.

TEST UZELF

5.



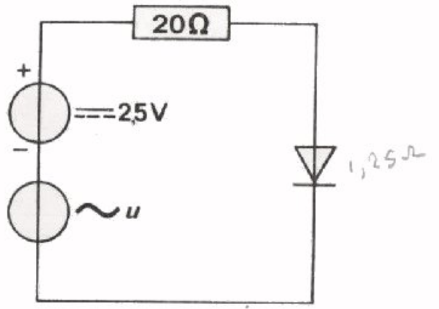
Bepaal de gelijkstroomweerstand in W1 van de grafiek.

R_i = [ ]

Bepaal de wisselstroomweerstand in W_1 voor $U_{Vt} = 0{,}1$ V.

R_i = [ ]

6.



Voor de diode geldt bovengetekende karakteristiek.

- Bepaal het werkpunt W_2.

I_V = [ ]

U_V = [ ]

- Bepaal R_i in W_2 als U_t = 500mV.

$R_i \approx$ [ ]

Trek hiervoor twee belastinglijnen vanaf U_V = 2 V en U_V = 3 V.

- Bereken nu de wisselspanningen over de R en over de diode.

$U_{Vt} \approx$ [ ] mV

$U_{Rt} \approx$ [ ] mV

B 403

HERHALING 3

HALFGELEIDERCOMPONENTEN WAARMEE MEN KAN VERSTERKEN

INLEIDING

In het B-deel van de cursus zijn we verschillende halfgeleidercomponenten tegengekomen die kunnen versterken. Het zijn de:

LAGENTRANSISTOR, kortweg TRANSISTOR,
VELDEFFECTTRANSISTOR of FET,
MOS-TRANSISTOR of MOST.

In deze en de volgende les komen de belangrijkste eigenschappen en toepassingen van deze componenten nogmaals aan de orde.
De buizen herhalen we afzonderlijk in een zesde herhalingsles B406.

Neem deze lessen met grote aandacht door.

Zijn er nog moeilijkheden, leg deze dan voor aan Uw leraar.

Lees eerst de GEHEUGENSTEUNEN B403.2, 3 en 4 en bekijk nog eens rustig wat daar allemaal op staat.

G E H E U G E N S T E U N

Siliciumhalfgeleiderdiode:

$I_V = 1$ mA als $U_V \approx 0{,}6$ V.

Temperatuurafhankelijkheid van U_V circa 3 mV/°C.

Germaniumhalfgeleiderdiode:

$I_V = 1$ mA als $U_V \approx 0{,}2$ V.

Temperatuurafhankelijkheid van U_V circa 1 mV/°C.

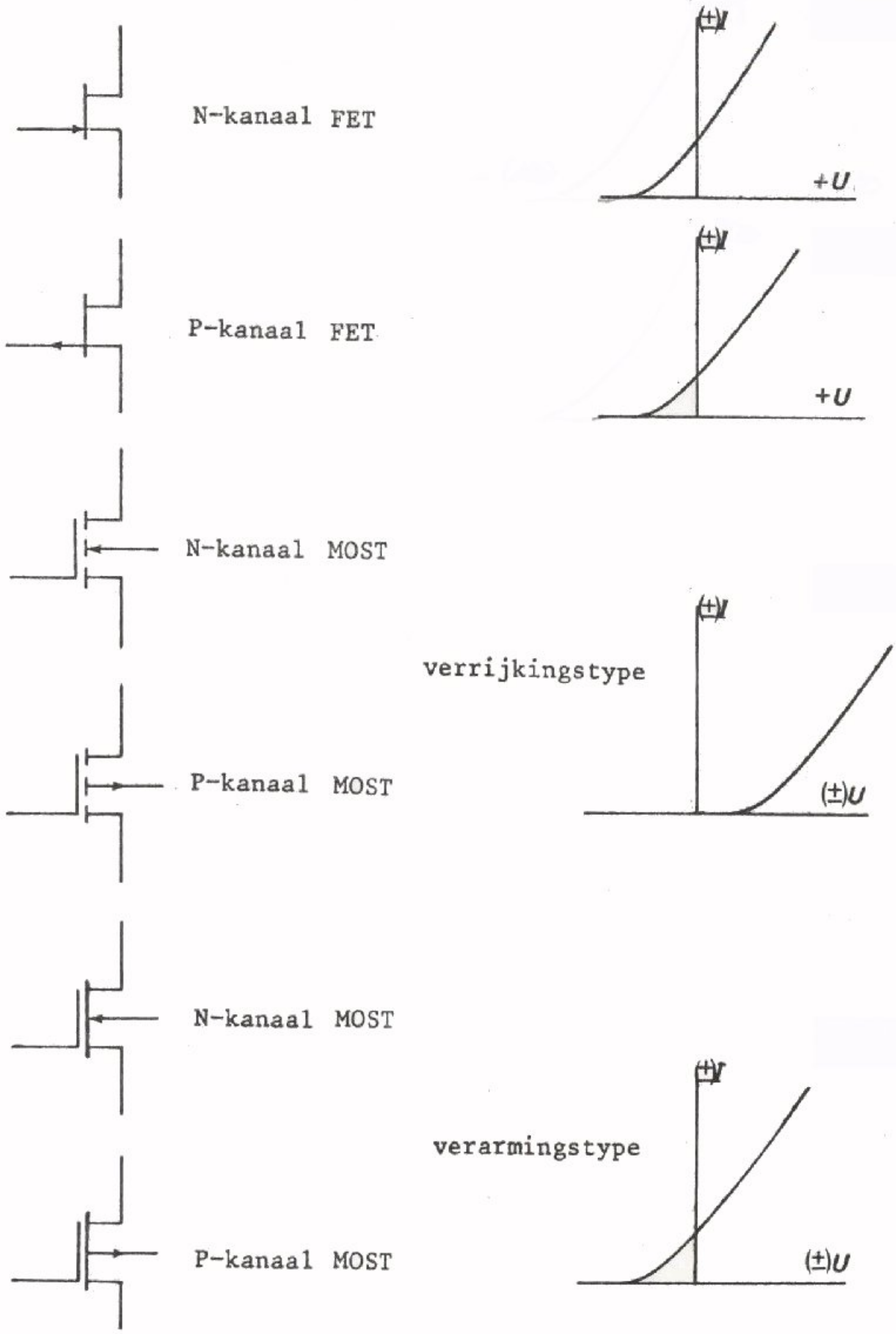
Transistorschakelingen.

	GES	GBS	GCS
R_{ing}	$h_{ie} = \frac{1}{S} \cdot h_{fe}$	$h_{ib} \approx \frac{1}{S}$	$h_{fe} \cdot R_E$
R_{uit}	R_C	R_C	$\approx \frac{1}{S}$
stroom-versterking	$A_i \approx h_{fe}$	$A_i \approx 1$	$A_i \approx h_{fe}$
spannings-versterking	$S \cdot R_C$	$\frac{R_C}{h_{ib}} \approx SR_C$	$\frac{SR_E}{1 + SR_E} \approx 1$

De versterkingsfactoren in bovenstaande tabel gelden alleen als de instelweerstand en/of belastingsweerstanden buiten beschouwing blijven.

G E H E U G E N S T E U N

FET en MOST



De N-kanaal transistors hebben symbolen waarin de pijl naar het symbool toe wijst, de pijlen in de symbolen van de P-kanaal transistors wijzen naar buiten.

Voor alle in dit traject besproken transistors geldt:

gss	hoge ingangsweerstand
gds	lage uitgangsweerstand

G E H E U G E N S T E U N

CODERING VAN HALFGELEIDERS

TYPEAANDUIDING

bestaat uit 2 letters + serienummer.

- EERSTE LETTER A germanium
  B silicium

- TWEEDE LETTER geeft toepassing.

A	diode voor kleine signalen.
B	variabele capaciteitsdiode.
C	LF-transistor voor kleine vermogens.
D	LF-transistor voor grote vermogens.
F	HF-transistor voor kleine vermogens.
G	Combinatie van actieve componenten.
L	HF-transistor voor grote vermogens.
P	component gevoelig voor licht of warmte.
R	diac of soortgelijke component.
S	transistor voor schakeldoeleinden en kleine vermogens.
T	thyristor of triac.
U	schakeltransistor voor grote vermogens.
Y	gelijkrichtdiode.
Z	zenerdiode.

SERIENUMMER.

3 cijfers: component voor toepassing in massaproduktie.

letter + 2 cijfers: professionele component.

Het serienummer wordt soms gevolgd door een VIERDE LETTER. Deze duidt op een afwijking (andere "versie") van een reeds bestaand type.

TEST UZELF

1. De lagentransistor komt in twee typen voor:

het ______ - en het ______ - type.

De elektroden heten: ______ , ______

en ______

2. De FET komt in twee typen voor.

het ______ - en het ______ type.

De elektroden heten: ______ , ______

en ______

3. De MOST komt in vier typen voor; namelijk het:

______ - ______ -

______ - en ______ type.

4. Met de lagentransistor, de FET en de MOST zijn drie grondschakelingen mogelijk. De meest toegepaste is de

______ , respectievelijk de ______

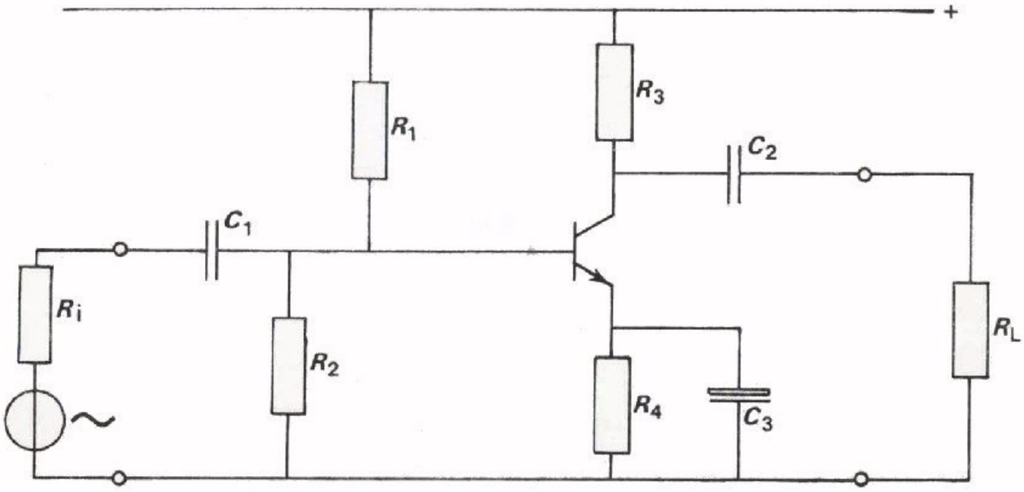
5. De meest toegepaste grondschakeling geeft

wel / geen spanningsversterking groter dan 1.

wel / geen stroomversterking groter dan 1.

wel / geen 180^0 fasedraaiing.

Hier ziet U het volledig schema van een GES nog eens.



De weerstanden R_1 en R_2 dienen om:

Waarvoor dient R_3?

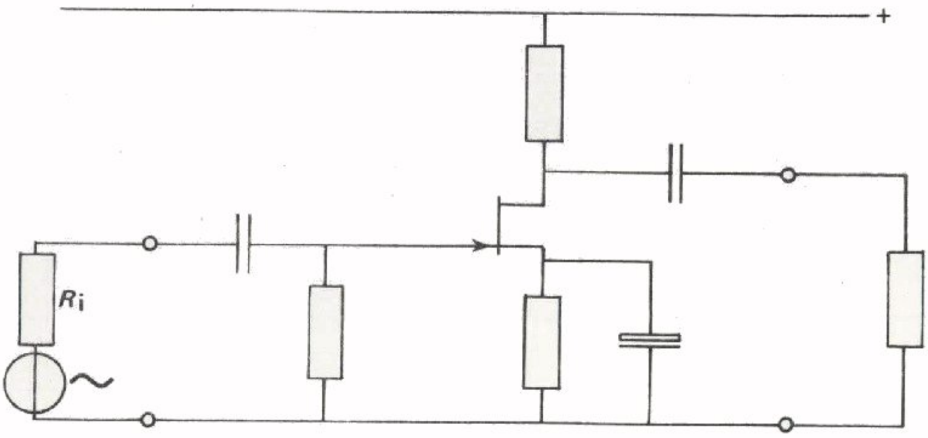
Waarvoor dient R_4?

De condensatoren C_1 en C_2 heten [ ] condensatoren.

Zij dienen om:

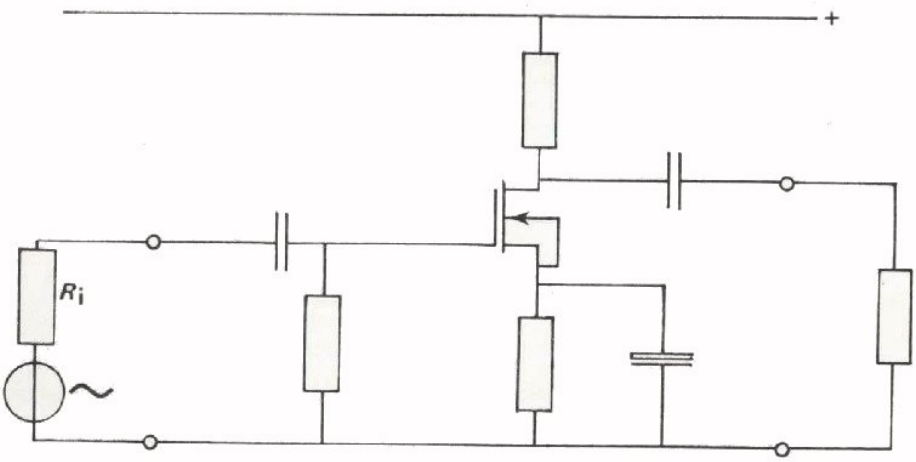
C_3 is een [ ] condensator. Deze dient om:

- Volgende schakeling laat een GSS zien met een N-kanaal FET.



Wat moet er aan de schakeling veranderen als we de N-kanaal- door een P-kanaal-FET vervangen?

- Tenslotte ziet U nogmaals een GSS, maar nu met een MOST. De schakeling vertoont sterke overeenkomsten met de bovenstaande.



De gebruikte MOST is een:

P/N-kanaal, verrijkings/verarmings	- type

GELIJKSTROOM- EN WISSELSTROOMSCHEMA's

Bij schakelingen als die op de vorige bladen hebben we te maken met een GELIJKSTROOM instelling en met een WISSELSTROOM gedrag. Deze twee moet men goed uit elkaar houden. Het is daarbij nuttig afzonderlijk een gelijkstroomschema en een wisselstroomschema te tekenen.
Doe dit hieronder nog eens voor de complete schema's

GELIJKSTROOMSCHEMA WISSELSTROOMSCHEMA

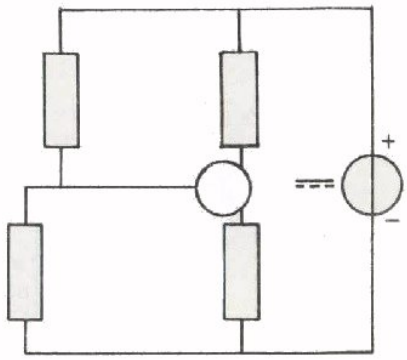
NPN
transistor

N-kanaal
FET

N-kanaal
verarmings-
MOST

DE INSTELLING VAN DE STUURELEKTRODE

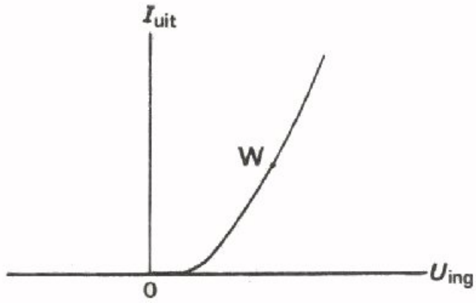
De GELIJKspanning van de stuurelektrode ligt soms tussen die van de twee andere elektroden in.



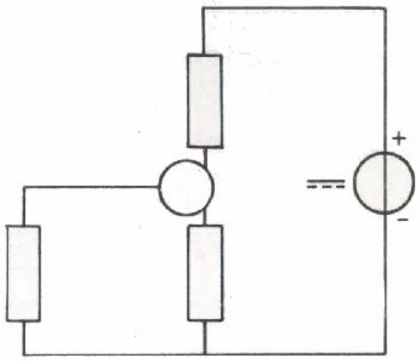
Dan ziet het gelijkstroomschema er uit zoals hiernaast is getekend.
Dit is het geval bij de

en bij de

De overdrachtskarakteristiek heeft dan dit verloop.



De GELIJKSPANNING van de stuurelektrode ligt in de andere gevallen NIET tussen die van de andere elektroden in.

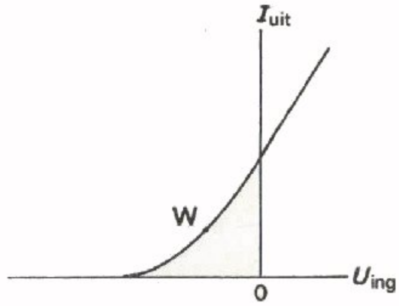


Dan ziet het gelijkstroomschema er uit zoals hiernaast is getekend.

Dit is het geval bij de

en bij de

De overdrachtskarakteristiek heeft nu naaststaand verloop.



Uit het bovenstaande volgt dat men de NPN transistor kan vergelijken met een

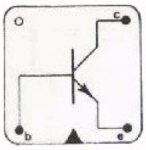
verrijkings / verarmings - MOST

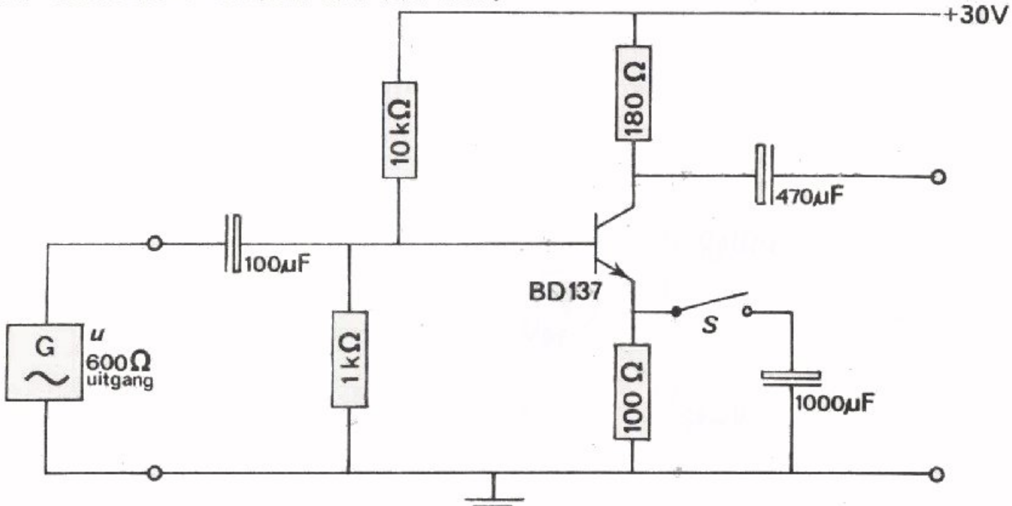
en een FET kan vergelijken met een

verrijkings / verarmings - MOST.

OPDRACHT: METEN AAN EEN GES

Na herhaling van enige theorie gaan we nu meten aan een schakeling met een NPN transistor en een met een FET.





- Bouw bovenstaande schakeling. Sluit ook de wisselspanningsbron reeds aan.

- Houd S open en stel de voedingsspanning in op 30 V.
  Stel u in op 0 V.

- Bepaal met de universeelmeter U_{BE}, U_{CE} en I_E.

U_{BE} = [V] U_{CE} = [V] I_E = [mA]

- Houd S nog open. Voer toe U_t = 50 mV bij f = 1 kHz.

- Bepaal, met de oscilloscoop:

U_{et} = [mV] U_{ct} = [mV]

- Bereken:

U_{cet} = [mV] A_u = [ ]

- Sluit S. Voer toe U_t = 10 mV bij f = 1 kHz.

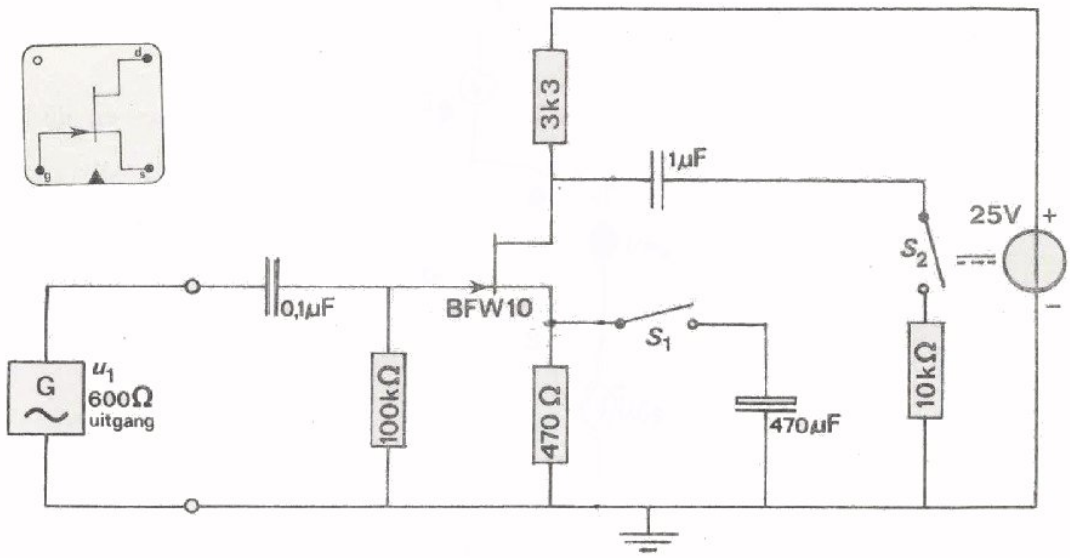
- Bepaal, met de oscilloscoop:

U_{cet} = [mV]

- Bereken:

S = [mA/V] A_u = [ ]

OPDRACHT: METEN AAN EEN GSS



- Bouw bovenstaande schakeling. Sluit ook de wisselspanningsbron reeds aan.

- Houd S_1 en S_2 open, stel de voedingsspanning in op 25 V en u_1 op 0 V.

- Bepaal U_{GS}, U_{DS} en I_D.

U_{GS} = [V] U_{DS} = [V] I_D = [3,5 mA]

- Houd S_1 en S_2 nog open. Voer U_{1t} = 100 mV toe bij f = 1 kHz.

- Meet met de oscilloscoop: oop:

U_{st} = [mV] U_{dt} = [mV]

- Bepaal: U_{dst} = [mV]

- Sluit S_1 en bepaal, weer bij U_{1t} = 100 mV:

U_{dst} = [mV] S = [mA/V]

- Sluit ook S_2 en bepaal bij U_{1t} = 100 mV:

U_{dst} = [mV] S = [mA/V]

OEFENINGEN

DE KARAKTERISTIEKEN VAN TRANSISTORS

Bij transistors hebben we te maken met de ingangs- en de uitgangsstroom, en met de ingangs- en de uitgangsspanning.
Het verband tussen deze grootheden wordt vastgelegd in grafieken.
De voornaamste zijn:

- de INGANGSkarakteristiek,
- de OVERDRACHTSkarakteristiek,
- de UITGANGSkarakteristiek.

Bij een lagentransistor legt de eerste karakteristiek een verband tussen:

en

De tweede tussen: | en |

De derde tussen : | en |

De grootte van de INGANGS-weerstand van een transistor kan men afleiden uit de

| | - karakteristiek(en)

De grootte van de STEILHEID van een versterkende component volgt uit de

| | - karakteristiek(en).

De grootte van de maximale uitgangswisselspanning kan men bepalen uit de

| | - karakteristiek(en)

als men daarin de

| | - lijn en het | | - punt aanbrengt.

TEST UZELF

Tracht eens uit Uw hoofd te schetsen hoe volgende karakteristieken verlopen.
Zet bij de assen telkens de juiste grootheden.

ingangskarakteristiek NPN-transistor

overdrachtskarakteristiek NPN-transistor

uitgangskarakteristiek NPN-transistor

overdrachtskarakteristiek N-kanaal FET

uitgangskarakteristiek N-kanaal FET

overdrachtskarakteristiek N-kanaal verarmingsMOST

uitgangskarakteristieken N-kanaal verarmingsMOST

overdrachtskarakteristiek N-kanaal verrijkingsMOST

uitgangskarakteristieken N-kanaal verrijkingsMOST

Controleer nu eens of U zich ergens vergist heeft.

B 404

HERHALING 4

NOGMAALS VERSTERKENDE HALFGELEIDER COMPONENTEN

INLEIDING

We gaan in deze les verder met een herhaling van de lagentransistor, de FET en de MOST. We doen dit vooral aan de hand van een aantal oefenopgaven.

- Probeer deze opgaven zelfstandig te maken.
- Tracht uit te vinden waar Uw moeilijkheden zitten en leg deze voor aan Uw leraar.

DE BELASTINGLIJN

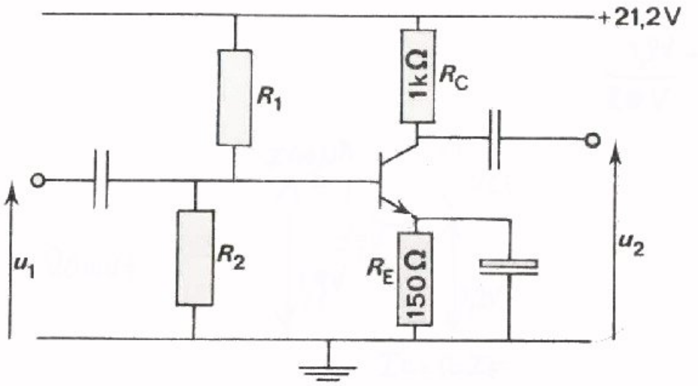
Bij transistors hebben we regelmatig gebruik gemaakt van de belastinglijn. In volgende oefening gaan we deze gebruiken.

U_B = 1,9 V

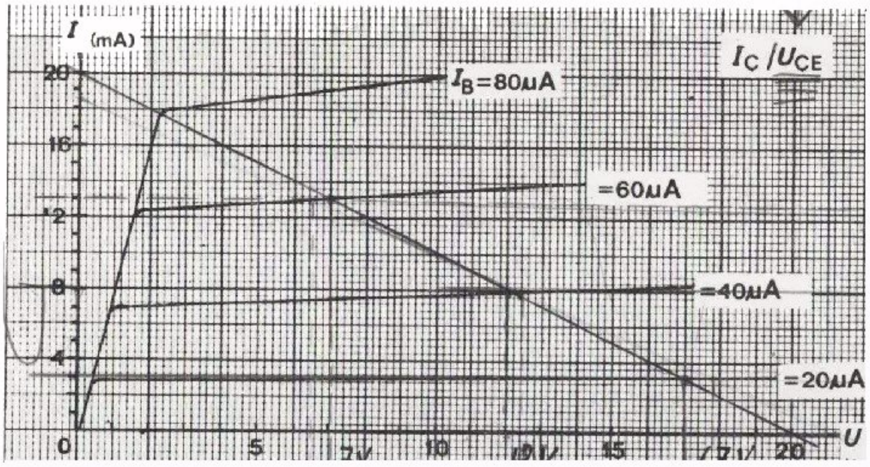
U_{BE} = 0,7 V

U_{1t} = 20 mV

S = 250 mA/V



Onderstaande karakteristieken behoren bij de gebruikte



- Bepaal I_C en U_{CE}.

I_C = [mA] U_{CE} = [V]

- Teken het werkpunt in de karakteristieken en trek de belastinglijn.

- Bereken I_{ct}, U_{cet} en A_u.

I_{ct} = [mA] U_{cet} = [V]

A_u = [ ]

- Bereken h_{ie}. h_{ie} = [ ]

- Hoe groot is de ingangsGELIJKSTROOM-weerstand van de transistor in deze instelling?

R_{ing} = [ ]

- Teken de grafieken van het verloop van I_C en U_{CE} bij de uitgangskarakteristieken.

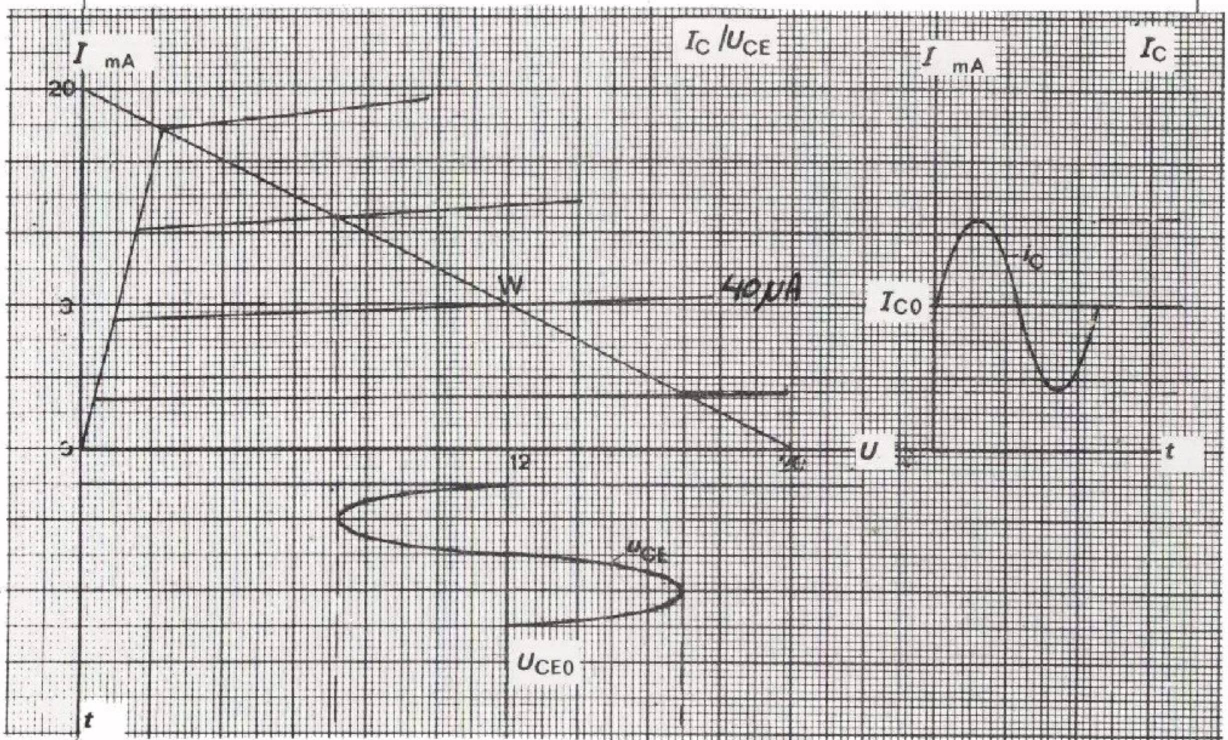
UITWERKING

De uitwerking van de voorafgaande opgave vindt U hieronder. Vergelijk Uw uitwerking hiermee.
Ging U hier of daar "de mist in", ga dan na hoe dit kwam. Fouten maken is niet erg, als U er maar van leert.

$$U_{RE} = U_B - U_{BE} = 1{,}9 - 0{,}7 = 1{,}2\ V$$

$$I_C \approx I_E = \frac{U_{RE}}{R_E} = \frac{1{,}2}{150}\ A = 8\ mA$$

$$U_{CE} = 21{,}2 - R_C.I_C - U_{RE} = 21{,}2 - 10^3 \cdot \frac{8}{1000} - 1{,}2 = 12\ V$$



$$I_{ct} = S.U_{1t} = \frac{250}{1000} \cdot \frac{20}{1000}\ A = 5\ mA$$

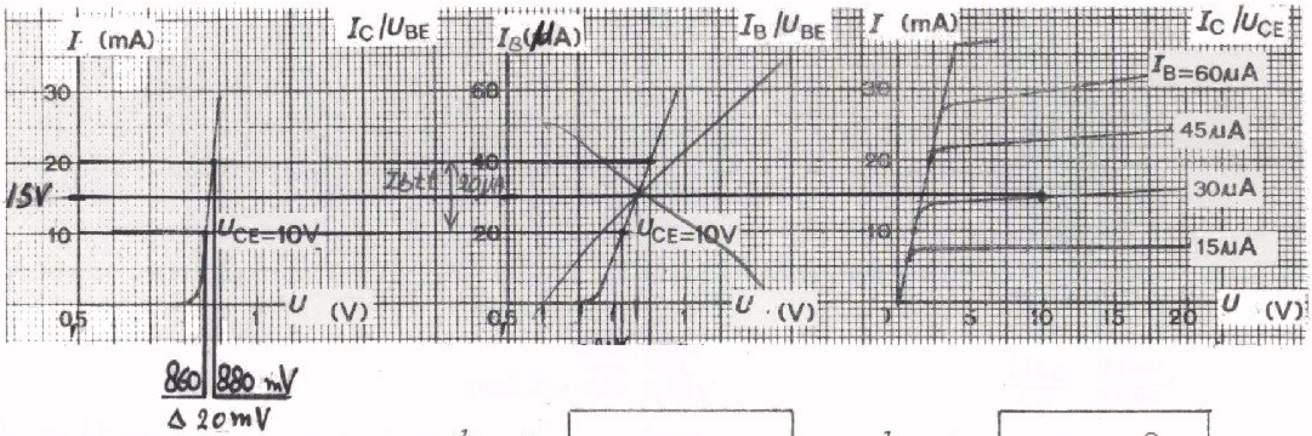
$$U_{cet} = R_C.I_{ct} = 1000 \cdot \frac{5}{1000} = 5\ V \qquad A_u = \frac{U_{cet}}{U_{1t}} = \frac{5}{0{,}02} = 250$$

$$h_{ie} = \frac{u_1}{i_b} = \frac{20}{0{,}02} = 1000\Omega,\ \text{(zie karakteristieken)}$$

$$R_{ing} = \frac{U_B}{I_B} = \frac{19.10^{-1}}{4.10^{-5}} = \frac{19}{4}\ 10^4 = 47{,}5\ k\Omega$$

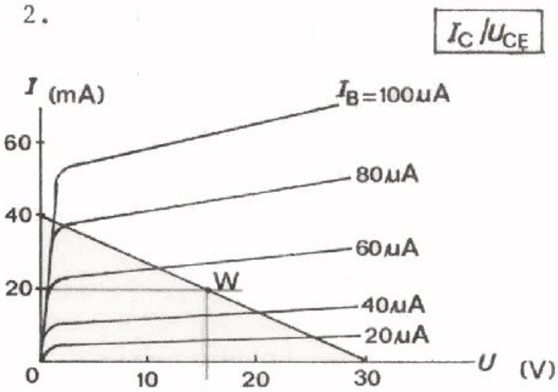
TEST UZELF

1. Van een transistor beschikt U over onderstaande transistorkarakteristieken. Hij is ingesteld bij I_C = 15 mA, U_{CE} = 10 V. Verder is I_{ct} = 5 mA.



h_{fe} =			h_{ie} ≈	Ω
I_B =	μA		U_{BE} =	mV
S ≈	mA/V			

2.



Hiernaast is de belastinglijn van een GES gegeven.

Hoeveel vermogen wordt aan de transistor toegevoerd als hij in W is ingesteld?

P = mW

Hoe groot zijn in W:

I_B = μA

I_C = mA

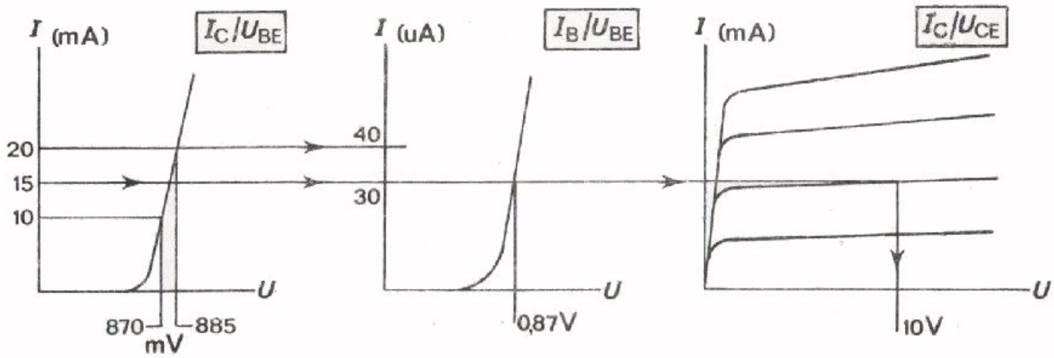
U_{CE} = V

Hoe groot is R_C?

R_C =

UITWERKINGEN

1.



Uit de karakteristieken volgt ongeveer:

$I_B = 30\ \mu A,\ U_{BE} = 0{,}87\ V$

Als $I_{ct} = 5000\ \mu A$, dan $I_{bt} = 10\ \mu A$, zodat $h_{fe} = \frac{i_c}{I_b} = 500$

Als $I_{ct} = 5\ mA$, dan $U_{bett} \approx 15\ mV$ dus $U_{bet} = 7{,}5\ mV$

$$S = \frac{i_c}{u_{be}} \approx \frac{5.10^{-3}}{7{,}5.10^{-3}} \approx \frac{2}{3}\ A/V = 660\ mA/V$$

2. $P = I_C.U_{CE} = \frac{20}{1000}\ .\ 15\ W = 300\ mW$

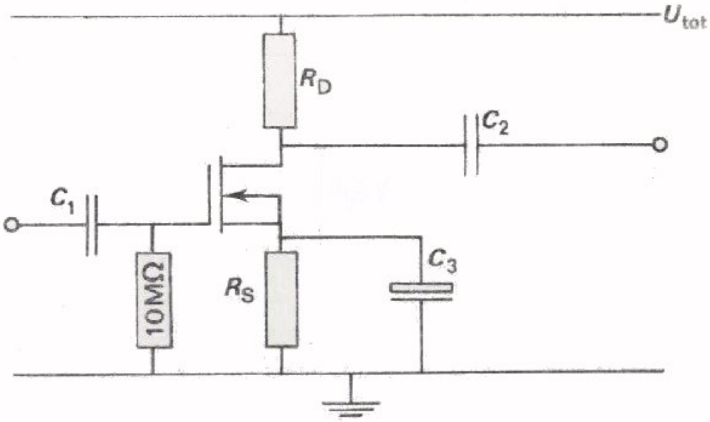
$I_B = 50\ \mu A$

$I_C = 20\ mA$

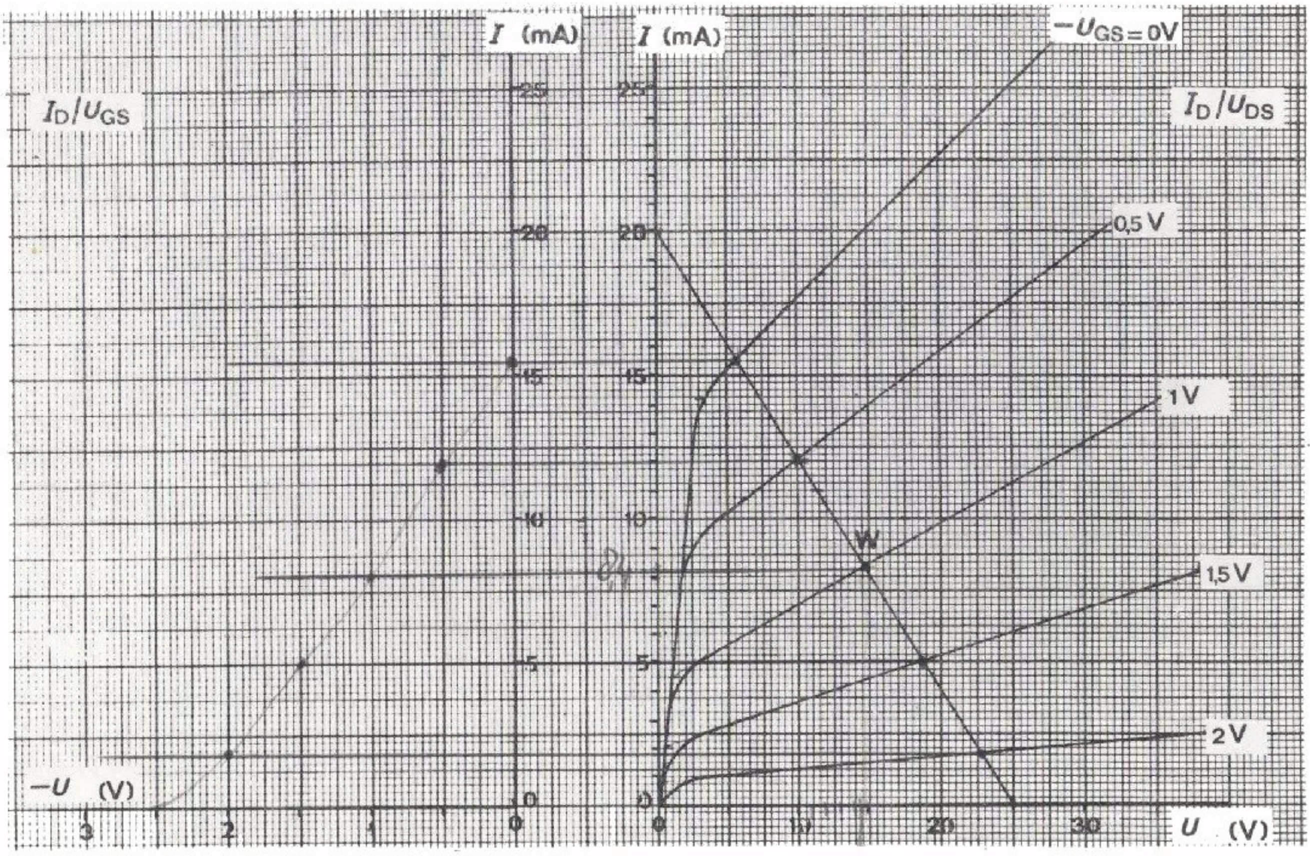
$U_{CE} = 15\ V$

$R_C = \frac{30}{40.10^{-3}} = \frac{3}{4}\ 10^3 = 750\Omega$

TEST UZELF



Gegeven is naaststaande schakeling.



- Hoe groot is R_D? R_D =

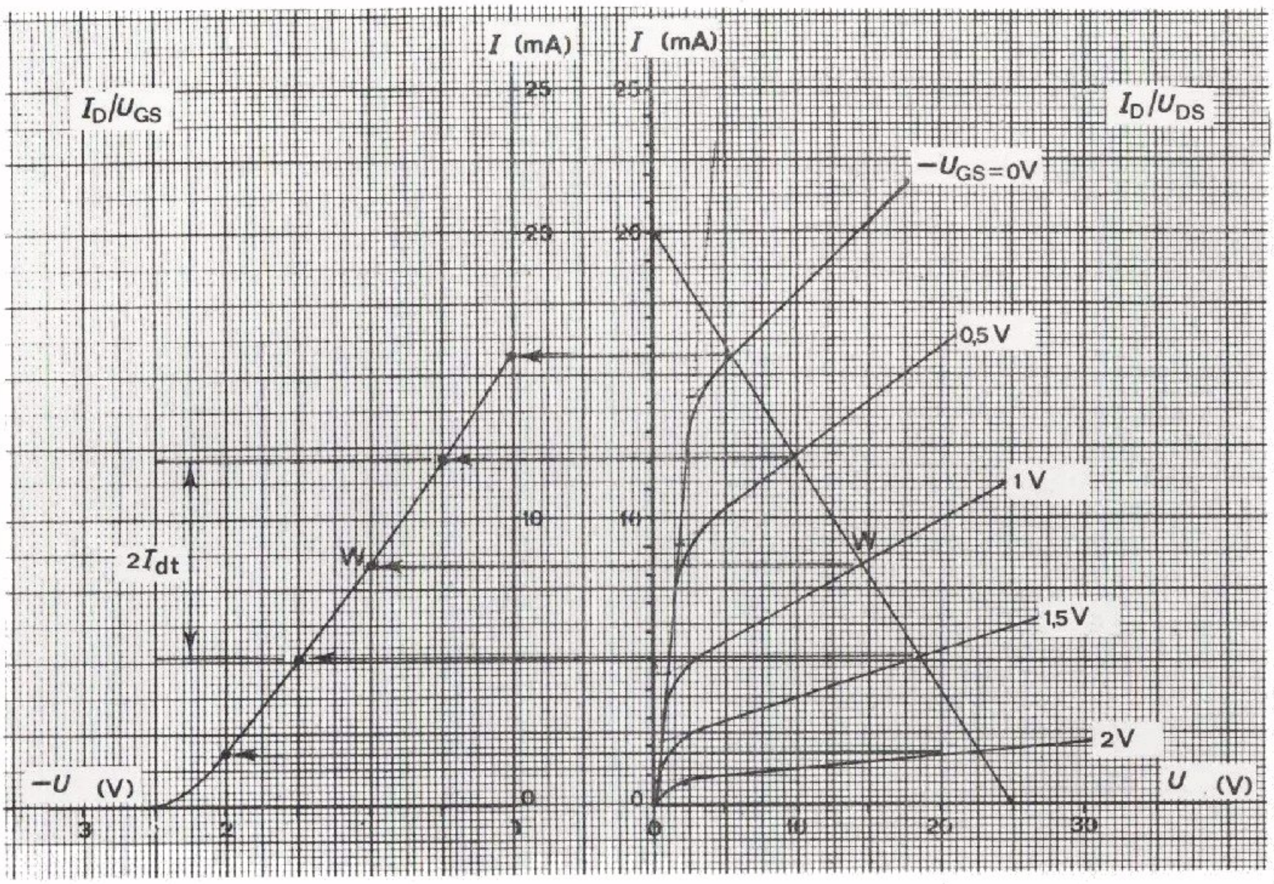
- Hoe groot is R_S? R_S =

- Hoe groot is U_{tot}? U_{tot} = V

- Teken de overdrachtskarakteristiek.

- Bepaal S_d als U_{gst} = 0,5 V. S = mA/V

UITWERKING



$$R_D = \frac{U}{I} = \frac{25}{20.10^{-3}} = 1250\Omega$$

$$R_S = \frac{U_{RS}}{I_D} = \frac{1}{8{,}4.10^{-3}} = \frac{1000}{8{,}4} = 119\Omega$$

$$U_{tot} = U_{RS} + U = 1 + 25 = 26\ V$$

$$S_d = \frac{i_d}{u_{gs}} = \frac{7}{1} = 7\ mA/V$$

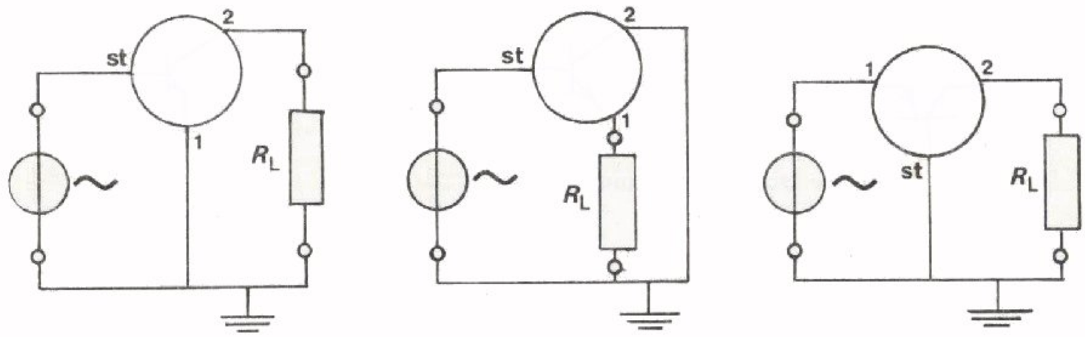
U snapt het nu toch?

Bent U daar niet zeker van, stel vragen aan Uw leraar!

DE DRIE GRONDSCHAKELINGEN

Tot nu toe is vooral de GES, respectievelijk de GSS aan de orde geweest. Deze grondschakeling wordt ook verreweg het meest toegepast. Er zijn echter nog twee andere grondschakelingen. Schematisch geven we de drie grondschakelingen hieronder nog eens naast elkaar.

GES, GSS — GCS, GDS — GBS, GGS



st = stuurelektrode (basis of gate)
1 = toevoer elektrode (emitter of source)
2 = afvoer elektrode (collector of drain)

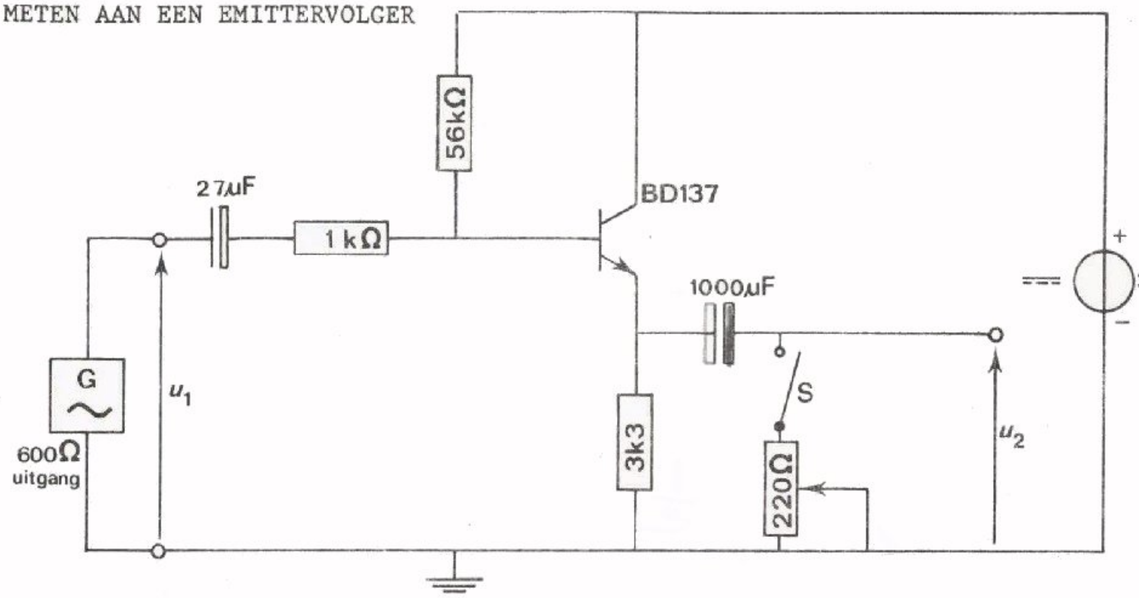
Hoe heet de GCS meestal?

En de GDS?

De GGS wordt bij de FET en de MOST vrijwel niet toegepast.

Om er weer even in te komen gaan we nu een opdracht uitvoeren met een emittervolger.

OPDRACHT: METEN AAN EEN EMITTERVOLGER



- Bouw deze schakeling en houd S geopend.

- Stel de voedingsspanning in op 30 V.

- Voer U_{1t} = 100 mV toe bij f = 1 kHz en meet met de oscilloscoop.

$$A_u = \frac{u_2}{u_1} = \boxed{}$$

- Bepaal de uitgangsweerstand als U_{1t} = 100 mV bij f = 1 kHz wordt toegevoerd. Beschrijf in het kort hoe U dit doet:

____

____

____

____

____

____

R_{uit} = [ ]

- Bepaal uit deze meting en de formule voor R_{uit} de steilheid van de transistor.

S = [mA/V]

EIGENSCHAPPEN VAN SCHAKELINGEN

1. Neem aan dat de weerstand waarover u_u wordt bepaald voldoende groot is. Streep de ONJUISTE antwoorden door.

   $A_u > 1$ bij een GES, GBS, GCS, GSS, GDS, GGS.

   Zoek bij volgende vraag zonodig het principeschema van de schakeling op.

   $\frac{i_u}{i_i} = A_i > 1$ bij een GES, GBS, GCS, GSS, GDS, GGS.

   180^0 faseverandering tussen u_i en u_u treedt op bij een GES, GBS, GCS, GSS, GDS, GGS.

2. Vul het juiste antwoord in:

   Bij welke schakeling treedt een grote tot zeer grote R_{ing} op?

   Bij [en] met een NPN transistor en

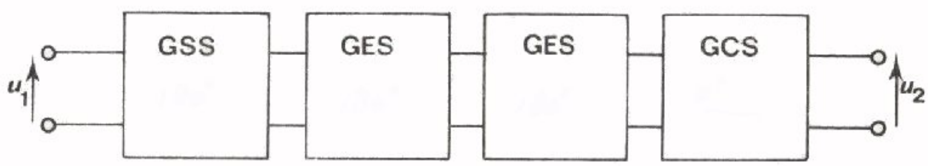
   bij [en] met een FET of MOST

   Een kleine R_{uit} vinden we bij een:

   [ ] met een NPN transistor en

   een [ ] met een FET of MOST

3.



De hoek φ tussen u_1 en u_2 is: [ ]

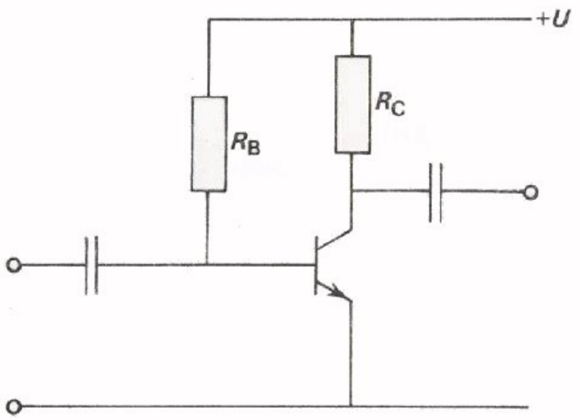
De ingangsweerstand van deze versterker is: **groot / klein**

De uitgangsweerstand is: **groot / klein**

TEST UZELF

We besluiten deze herhalingsles met een aantal vraagstukken over versterkende halfgeleider componenten, zoals U die ook op de eindtest kunt verwachten.
Bedenk dat U in sommige gevallen rekening moet houden met de belastingsweerstand R_L.

1.

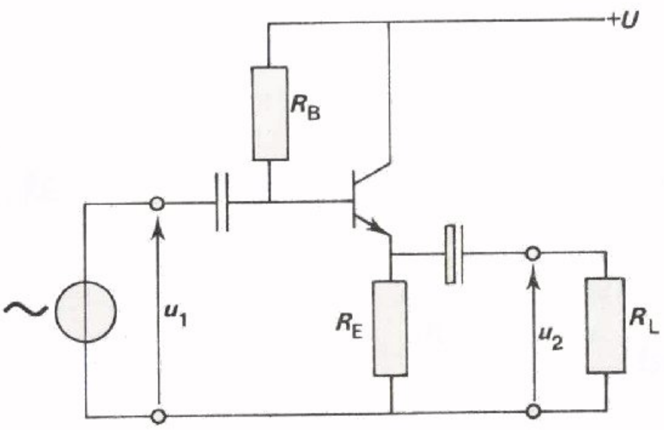


R_B = 100 kΩ
R_C = 1,2 kΩ
h_{ie} = 2 kΩ
S = 200 mA/V

Hoe groot is A_u?

A_u = [ ]

2.



R_B = 100 kΩ
h_{fe} = 500
R_E = 1 kΩ
R_L = 250Ω; S = 500 mA/V

Bereken nu:
de spanningsversterking

A_u = [ ]

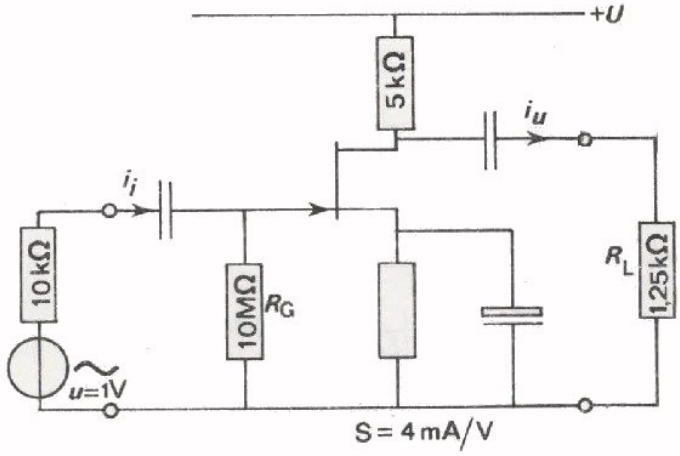
De ingangsweerstand

[ ]

De uitgangsweerstand

[ ]

3.



Bepaal volgende grootheden:

R_{ing} =

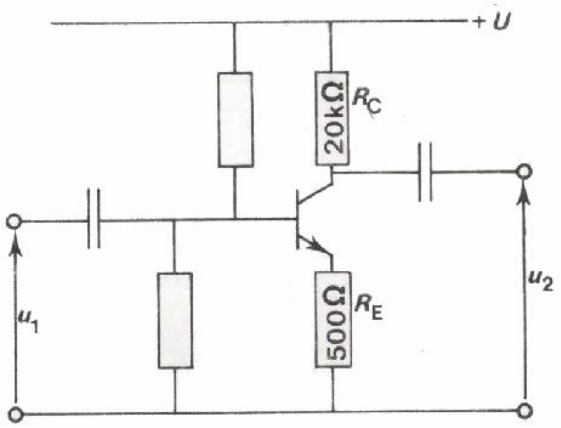
R_{uit} =

A_u =

$A_i = \frac{i_u}{i_i}$ =

A_p =

4.



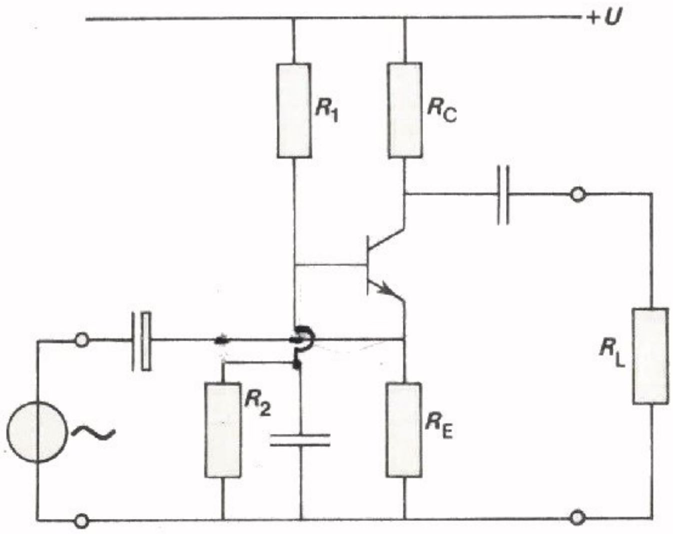
Druk A_u uit in R_C en R_E.

$A_u = \frac{u_2}{u_1} \approx$

Hoe groot wordt A_u als men de GES belast met een weerstand van 5 kΩ?

A_u =

5.



In deze schakeling is:

A_u	groter dan kleiner dan gelijk aan	1.
A_i	groter dan kleiner dan gelijk aan	1.

R_{ing} = groot / klein

UITWERKINGEN

Vergelijk volgende uitwerking nauwkeurig met Uw prestaties.

1. $A_u = S.R_C = \frac{200}{1000} x\ 1200 = 240$

2. *De vervangingsweerstand van* R_E *en* R_L *is:*

$$R_V = \frac{R_E \cdot R_L}{R_E + R_L} = \frac{1000 \cdot 250}{1250} = 200\Omega$$

$$A_u = \frac{S \cdot R_V}{1 + SR_V} = \frac{500/1000\ x\ 200}{1 + 500/1000\ x\ 200} = 0{,}99$$

$R_B = 100\ k\Omega$ *en* $h_{fe} \cdot R_V = 500 \cdot 200 = 100\ k\Omega$

R_{ing} *is de parallelschakeling van* R_B *en* $h_{fe} \cdot R_V$*, en dus* $R_{ing} = 50\ k\Omega$

$$R_{uit} \approx 1/S = \frac{1000}{500} = 2\Omega$$

3. $R_{ing} = R_G = 10\ M\Omega$

$R_{uit} = R_d = 5\ k\Omega$

$A_u = S \cdot R_V$*, waarin* $R_V = \frac{R_D \cdot R_L}{R_D + R_L} = \frac{5.1{,}25}{6{,}25} = 1\ k\Omega$

$A_u = S \cdot R_V = \frac{4}{1000} \cdot 1000 = 4$

$i_i = \frac{u}{R_G} = \frac{1}{10^7} = 10^{-7} A$

$u_{ds} = A_u \cdot u_{gs} = 4.1 = 4\ V$

$i_u = \frac{u_{ds}}{R_L} = \frac{4}{1250} A$

$A_i = \frac{i_u}{i_i} = \frac{4/1250}{10^{-7}} = 32000$

$A_P = A_u \cdot A_i = 4 \cdot 32000 = 128000$

4. $A_u \approx \frac{R_C}{R_E} = \frac{20000}{500} = 40$

Aan R_C *komt* R_L *parallel te staan, zodat:*

$$R_V = \frac{R_C \cdot R_L}{R_C + R_L} = \frac{20.5}{25} = 4\ k\Omega$$

$$A_u \approx \frac{R_V}{R_E} = \frac{4000}{500} = 8$$

5. $A_u > 1$

$A_i < 1$ $\quad$ R_{ing} *is klein*

OEFENINGEN

1. Het substraat van een MOST wordt meestal doorverbonden met

de source	O
de drain	O
de gate	O
wordt nergens mee verbonden	O

2. De grootste spanningsversterking kan men bereiken met:

Een FET is GSS	O
Een MOST in GSS	O
Een transistor in GES	O

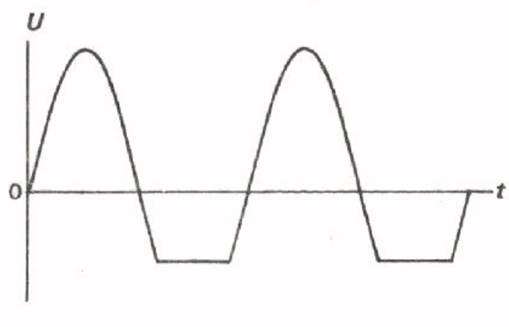
3. Een versterker A moet een signaal toevoeren aan een 70 ohm - coaxiale kabel. Aan het eind moet de kabel op een versterker B worden aangesloten. Versterker A kan dan het beste als laatste transistortrap

een [ ] hebben.

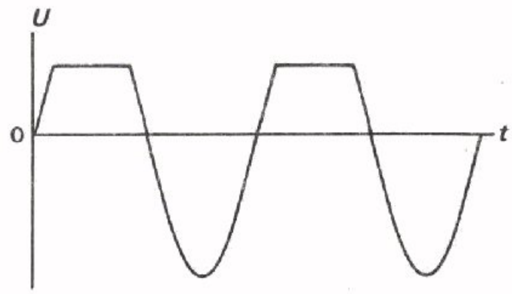
Versterker B kan het beste beginnen met als transistortrap een

[ ]

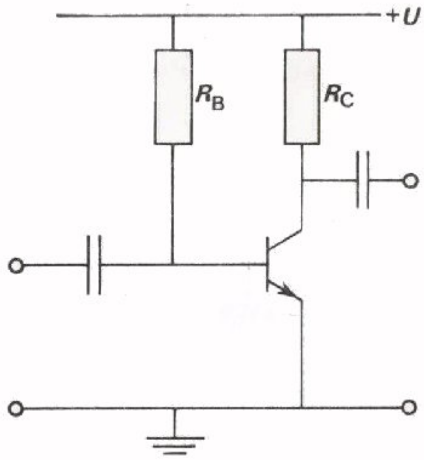
4. Men versterkt een wisselspanning met een GES, waarin een NPN-transistor wordt toegepast. De uitgangswisselspanning blijkt als volgt te verlopen: Wat is de oorzaak van de vervormingen?



5. Men versterkt een wisselspanning met een NPN-transistor in GES.
De uitgangsspanning blijkt als volgt te verlopen:
Wat is nu de oorzaak van de vorvorming?



6.



In de naaststaande eenvoudigste schakeling van een NPN silicium transistor in GES is

Ic / Ib vrijwel constant.

I_B wordt ongeveer bepaald uit:

I_B =

Vervangt men de transistor door een nieuwe met een h_{FE} die tweemaal zo GROOT is, dan zal hier de I_B:

2 x zo klein worden
gelijk blijven
2 x zo groot worden

De I_C

2 x zo klein worden
gelijk blijven
2 x zo groot worden

Deze schakeling geeft dus **wel / geen** stabilisatie van I_C.

B 405

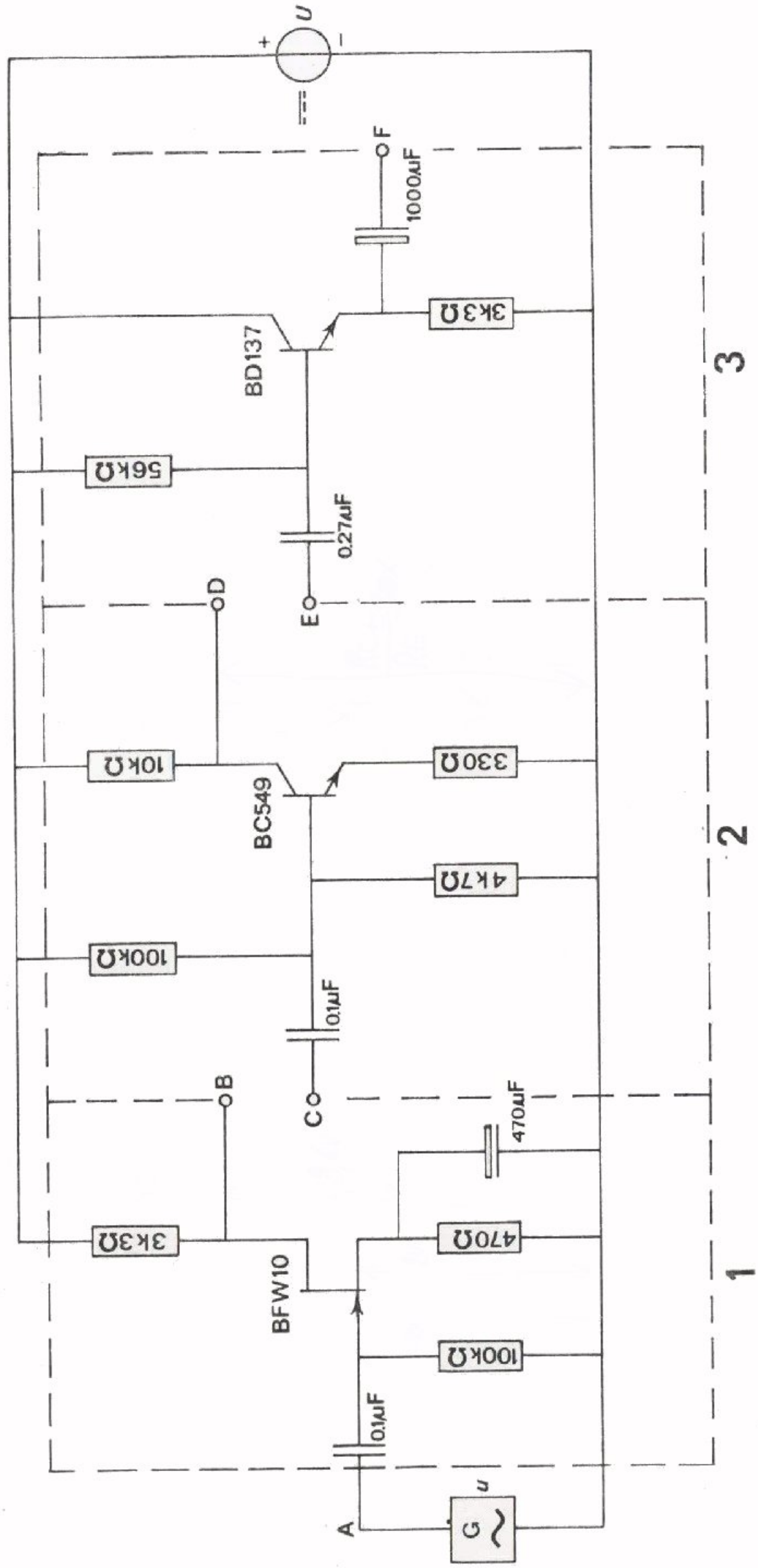
HERHALING 5

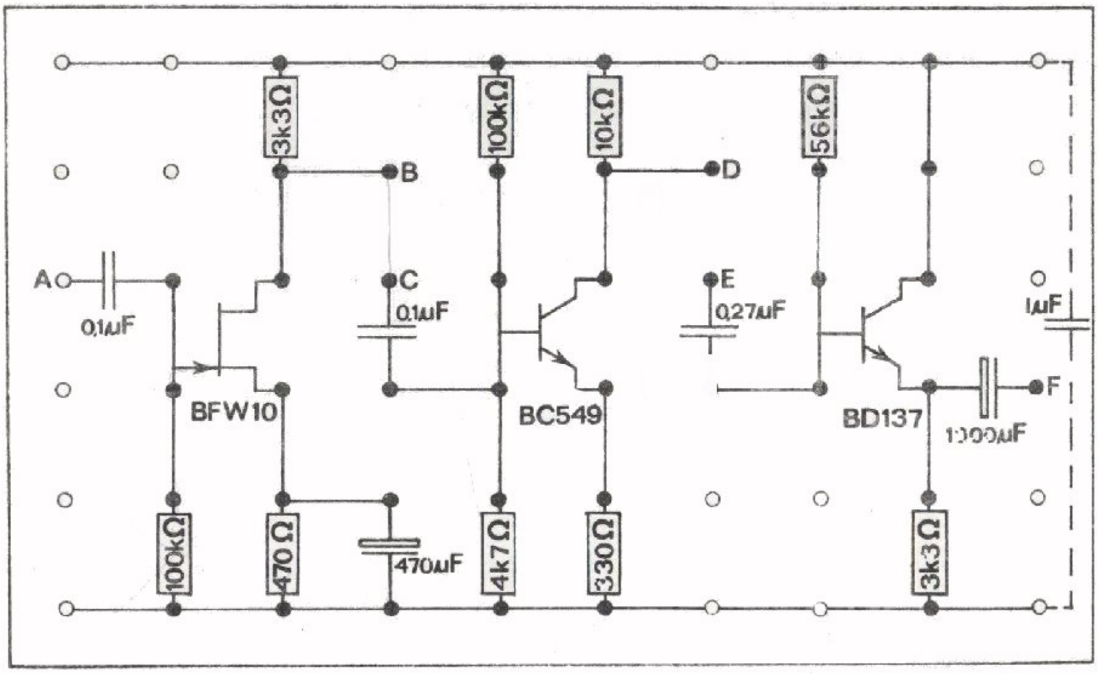
HALFGELEIDER COMPONENTEN

INLEIDING

In deze les herhalen we de belangrijkste eigenschappen van de versterkende halfgeleidercomponenten nogmaals aan de hand van een meertrapsversterker. Op het volgend blad ziet U het volledige schema en op blad B405.3 de wijze waarop U de schakeling op Uw paneel moet monteren. Wijk hier niet vanaf, anders komt U in moeilijkheden. De beschikbare ruimte voor al de onderdelen is namelijk nog al klein en moet daarom zo goed mogelijk benut worden.

In het laatste deel wordt nog even de aandacht gevraagd voor de diac, thyristor en triac.


U
+
−
F
1000µF
3k3Ω
BD137
56kΩ
0.27µF
E
D
10kΩ
BC549
330Ω
4k7Ω
100kΩ
0.1µF
C
B
470µF
3k3Ω
470Ω
BFW10
100kΩ
0.1µF
A
G
u
1
2
3


3k3Ω
100kΩ
10kΩ
56kΩ
B
D
A
0,1μF
C
0,1μF
E
0,27μF
1μF
BFW10
BC549
BD137
F
1000μF
100kΩ
470Ω
470μF
4k7Ω
330Ω
3k3Ω

OPDRACHT

EERSTE TRAP

- Bouw op Uw paneel het gedeelte van het schema dat zich in de gestreepte rechthoek 1 van blad B405.2 bevindt.

- Voer een voedingsspanning toe van 25 V.

- Meet de instelling van de FET:

  - U_{GS} = [   ]

    U_{DS} = [   ]

- Ga voor U zelf na of U deze waarden zou verwachten.

- Voer een ingangswisselspanning 20 mV bij 1 kHz toe.

- Meet de uitgangswisselspanning en bepaal de versterking van deze trap.

  A_{u1} = [   ]

- Bepaal de fase van de uitgangswisselspanning ten opzichte van de ingangswisselspanning.

  De uitgangswisselspanning blijkt

  [in fase / niet in fase] met de ingangswisselspanning.

- Waarvoor dient R_G?

  ____

  ____

  ____

  ____

- Schakel de voedingsspanning uit!

OPDRACHT (VERVOLG)

DE TWEEDE TRAP

- Breid de schakeling op Uw paneel uit met het deel dat zich in het schema op blad B405.2 in de gestreepte rechthoek 2 bevindt.

- Breng de verbinding tussen B en C (zie schema) nog niet aan. Schakel de voedingsspanning van 25 V weer in en meet de instelling van de transistor in deze tweede trap.

  U_{BE} =

  U_{CE} =

- Ga voor U zelf na of U deze waarden zou verwachten.

- Sluit een wisselspanning U_t = 20 mV - 1 kHz aan op de ingang van DEZE trap.
  Bepaal de versterking van deze trap.

  A_{u2} =

- De uitgangswisselspanning van deze trap is **wel / niet** in fase met de ingangswisselspanning.

- De versterking van deze trap is veel groter dan die van de eerste.

  Dit komt, omdat ______ van de transistor veel groter is dan die van de FET.

- Verwijder de wisselspanningsbron van de ingang van de tweede versterkertrap.

OPDRACHT (VERVOLG)

DE EERSTE EN TWEEDE TRAP SAMEN

We gaan nu de beide trappen achter elkaar schakelen.

- Verbind de punten B en C (zie schema).

Vraag: Welke spanningsversterking verwacht U nu totaal?

$A_{u1} \times A_{u2} =$ [ ]

- Voer een wisselspanning U_t = 20 mV - 1 kHz toe aan de eerste trap. Meet de uitgangsspanning van de tweede trap en bepaal de totale spanningsversterking.

$A_{u1,2} =$ [ ]

Deze is kleiner dan de boven berekende.

- Meet nogmaals de uitgangsspanning van de eerste trap, maar nu met doorverbonden punten B en C.

Nu blijkt $A_{u1} =$ [ ]

- Meet de wisselspanning op punt B, terwijl U de verbinding tussen B en C enige malen snel achter elkaar verbreekt en weer aanbrengt. Door verbinden van B en C blijkt A_{u1} te verminderen.
Hoe komt dit?

____

____

____

____

____

____

- Schakel de voedingsspanning uit!

OPDRACHT (VERVOLG)

DE DERDE TRAP

- Voeg nu de derde trap aan de schakeling toe.
  Zie schema blad B405.2 en volg het voorschrift van blad B405.3.

- Men noemt de schakeling van deze derde trap:

  [ ] of [ ]

- Hoe groot verwacht U dat A_{u3} ongeveer is?

  $A_{u3} \approx$ [ ]

- De uitgangswisselspanning van deze trap is [**wel / niet**] in fase met de ingangswisselspanning.

- Is R_{uit} groot of klein? R_{uit} = [**groot / klein**]

- Schakel de voedingsspanning U = 25 V weer in.
  Meet de instelling:

  U_E = [ ]

- Bereken I_E: I_E = [ ]

- Voer aan de ingang van deze trap U_t = 20 mV - 1 kHz toe en bepaal de versterking.

  A_{u3} = [ ]

- Verwijder de wisselspanningsbron van de ingang van de derde trap.

OPDRACHT (VERVOLG)

DE DRIE TRAPPEN SAMEN

- Verbind de punten B en C en ook de punten D en E.

- Schakel de voedingsspanning U = 25 V in.

- Voer een wisselspanning U_t = 20 mV - 1 kHz toe aan de ingang van de eerste trap. Meet de uitgangsspanning van de derde trap en bepaal hieruit de totale versterking.

  $A_{u1,2,3}$ = [ ]

- Op blad B405.6 hebt U $A_{u1,2}$ door meting gevonden en op blad B405.7 A_{u3}.

  Vermenigvuldig nu: $A_{u1,2}$ x A_{u3} = [ ]

  Klopt dit met de boven gemeten totale versterking? [ ]

- Beredeneer voor Uzelf het antwoord op volgende vraag.
  Is de uitgangswisselspanning van de drietrapsversterker in fase of in tegenfase met de ingangswisselspanning?

  In [fase / tegenfase]

  Ga door meting na of Uw antwoord juist is.

- Schakel de voedingsspanning uit.

Vraag 1:

Waarom is in de eerste trap een FET gebruikt?

Vraag 2:

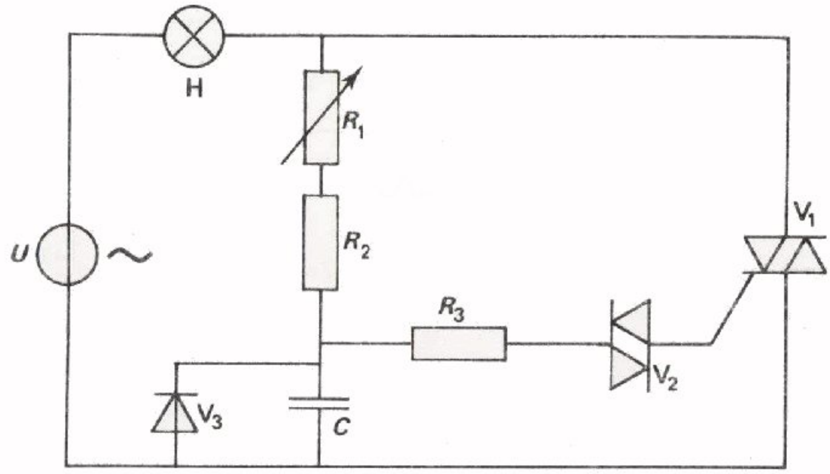
Waarom is in de derde trap een emittervolger toegepast?

- Breek de schakeling af.

DIAC, THYRISTOR EN TRIAC

In het laatste deel van deze les herhalen we in het kort de halfgeleidercomponenten diac, thyristor en triac. Deze componenten zijn we tegengekomen bij het regelen van vermogen.

TEST UZELF



- In deze schakeling is component V_1 een [ ]

  en component V_2 een [ ]

- De schakeling is een **halve / volledige** perioderegeling.

- Het vermogen dat aan de lamp wordt geleverd kan geregeld worden door

  middel van [ ]

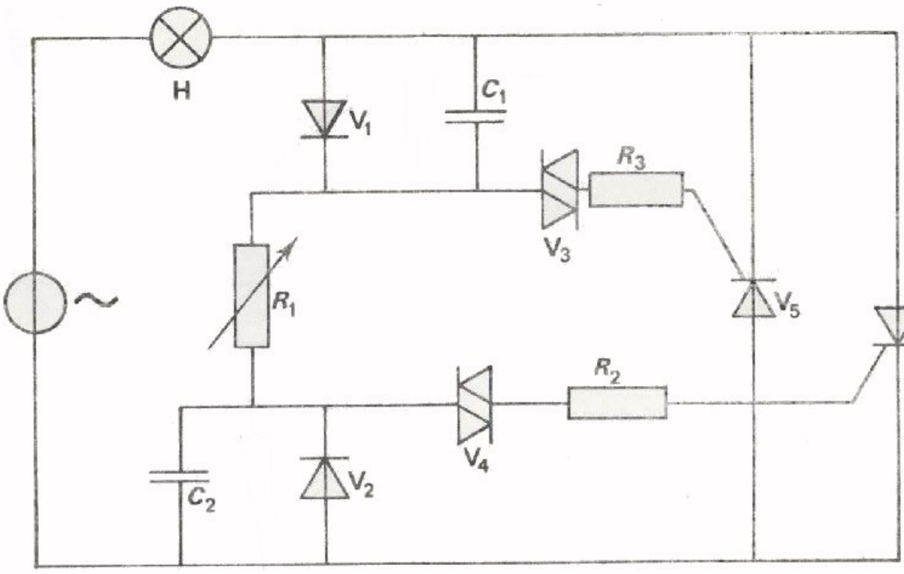
- Als men component V_1 vervangt door een thyristor, wat verandert er dan aan de regeling?

  [ ]

- Als in bovenstaand schema component V_3 wordt weggenomen, wat verandert er dan aan de regeling?

  [ ]

TEST UZELF



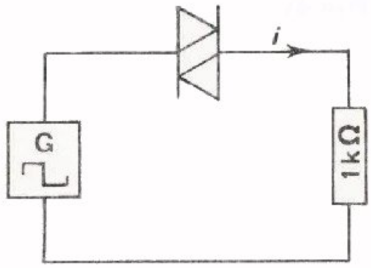
- Wat voor regeling is dit?

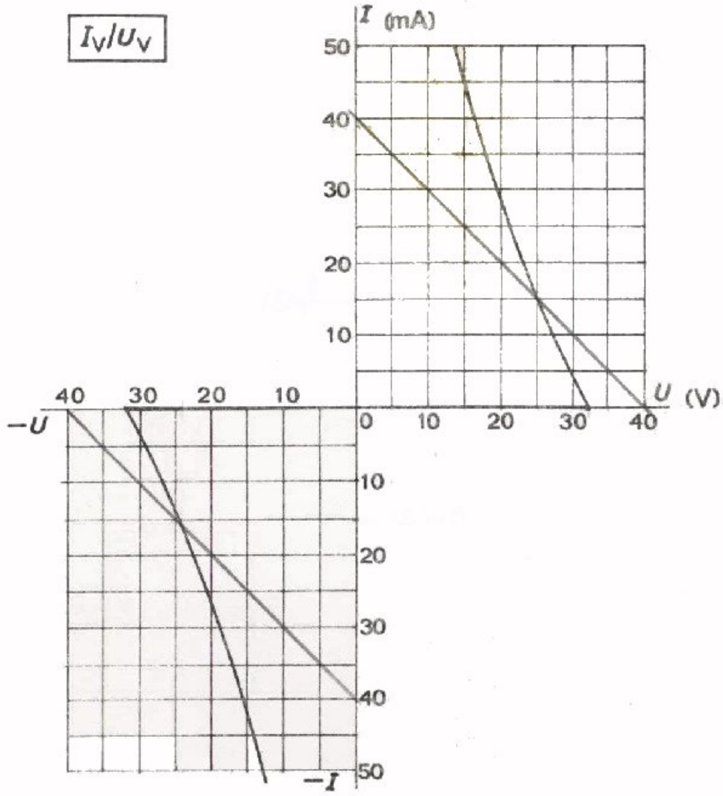
- Als V_3 onderbroken raakt, wat gebeurt er dan met de regeling?

- Als V_1 defect (onderbroken) raakt, wat gebeurt er dan met de regeling?

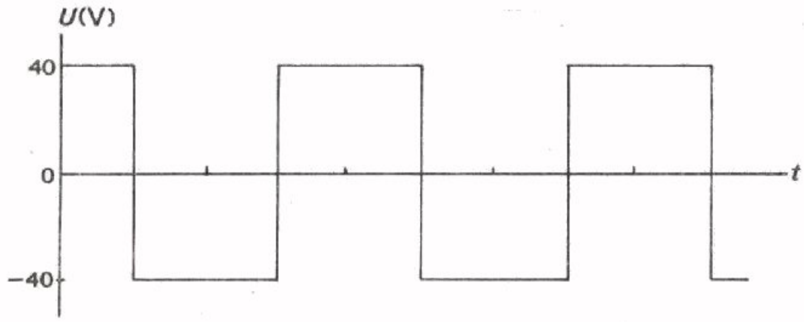
- Als V_1 en V_3 defect (onderbroken) raken, wat gebeurt er dan met de regeling?

TEST UZELF





Aan deze schakeling wordt onderstaande blokspanning toegevoerd.



- Teken in bovenstaande karakteristiek de belastinglijnen.
- Schets hieronder het verloop van de stroom *i* op schaal.